

Ralf Klein / Jürgen Rauh (Hrsg.)

Analysemethodik und Modellierung in der geographischen Handelsforschung



Analysemethodik und Modellierung

Ralf Klein / Jürgen Rauh (Hrsg.)

Analysemethodik und Modellierung in der geographischen Handelsforschung

**Schriftenreihe des Arbeitskreises Geographische Handelsforschung
in der Deutschen Gesellschaft für Geographie in Zusammenarbeit
mit dem Geographischen Institut der Universität Würzburg**

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation
in der deutschen Nationalbibliothek;
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet
über <http://dnb.ddb.de> abrufbar

© 2007
Printed in Germany
ISBN 978-3-932820-32-8

Umschlaggestaltung: Frank Schröder, München
Druckvorlage: W. Weber, Univ. Würzburg
Druck: Vinzenz-Werkstätten, Würzburg
Verlag: L.I.S. Verlag, Passau

Inhalt

Vorwort der Herausgeber	7
<i>Kurt E. Klein</i> GIS im Einzelhandel	9
<i>Jörg Scharfenberger</i> Mikrogeographische Routing- und Marktpotenzialanalysen zur Unterstützung von Standortentscheidungen im Einzelhandel	41
<i>Ralf Klein</i> Der probabilistische Ansatz zur Modellierung des räumlichen Einkaufsverhaltens	55
<i>Christian Kanhäuser</i> Modellierung und Prognose von Marktgebieten am Beispiel des Möbeleinzelhandels	75
<i>Roland Hesse, Alex Schmid</i> Kundenverhalten und Angebotsplanung – die Entwicklung eines Simulationstools für die räumliche Optimierung von Einkaufszentren und anderen Handelsumgebungen	111
<i>Jürgen Rauh, Tilman Schenk, Manuel Fehler, Franziska Klügl und Frank Puppe</i> Der simulierte Konsument	127
Autoren und Herausgeber	153

Vorwort der Herausgeber

Methoden und Techniken sind in der geographischen Handelsforschung gleichermaßen in der Grundlagenforschung, in der universitären Ausbildung, in der praktischen Anwendung und der Fortbildung von hoher Bedeutung. Der Arbeitskreis „Geographische Handelsforschung“ sieht sich all diesen Einsatzbereichen verbunden und hat deshalb schon sehr frühzeitig in seiner Reihe einen den Methoden verpflichteten Band zur Analyse von Standorten und Einzugsbereichen herausgegeben (HEINRITZ, G.; ed. 1999). Dieser Sammelband hat sich insbesondere Grundfragen zu Standortplanungen, Einzugsbereichsmessungen, Marktgebietsabgrenzungen sowie Befragungen und Zählungen zur Primärdatenerhebung gewidmet. Dabei konnten zwar wichtige, aber selbstverständlich nicht alle Methoden und Techniken behandelt werden und wie der Untertitel auswies, ging es vor allem um Grundfragen der Methodik.

Die große Resonanz des Bandes in der Leserschaft ließ bei den Herausgebern des vorliegenden Bandes die Idee reifen, erneut einen methodischen Band zu konzipieren, der einige Aspekte vertieft, aber auch neue Akzente hinsichtlich Analysemethodik und Modellierung setzt. Damit wird das Ziel verfolgt, das Spektrum der analytischen Methoden zu erweitern. Zahlreiche Untersuchungen in der geographischen Handelsforschung beruhen auf der Forschungskonzeption der empirischen Sozialforschung. Auswertungsergebnisse werden demzufolge häufig deskriptiv-statistisch präsentiert.

Die in dem vorliegenden Band vorgestellten Methoden zeigen weitere Möglichkeiten auf, in der geographischen Handelsforschung und insbesondere der Praxis bedeutsame Fragestellungen analytisch fassen und behandeln zu können. Dabei entsteht das Problem, dass die Ausführungen einerseits verständlich sein sollen, aber andererseits auch sehr spezifisch werden können, will man gleichzeitig auch dem Niveau der aktuellen methodischen Forschung gerecht werden. Deshalb wurden zum einen die Autoren gebeten, ihre Ausführungen mit Beispielen zu illustrieren, zum anderen befinden sich für die bessere Nachvollziehbarkeit Beispielanwendungen auf der beiliegenden CD-ROM. Damit wird auch unterstrichen, worin der vorliegende Band seinen methodischen Schwerpunkt sieht, nämlich in Techniken, die in der geographischen Handelsforschung auf den Möglichkeiten und dem Einsatz von Computern basieren. Es erfolgt also bewusst eine Konzentration auf quantifizierende Analysemethoden und Techniken der computergestützten Modellierung.

Die Reihenfolge der Beiträge ist thematisch gegliedert. Dabei kommt das Anliegen zum Ausdruck, die Thematik zunächst eher allgemein orientiert vorzustellen und sie dann mittels einer bestimmten Fragestellung oder Untersuchung zu konkretisieren. So wird der umfassende Beitrag von K. E. KLEIN zum Einsatz geographischer Informationssysteme im Einzelhandel durch die Studie von J. SCHARFENBERGER zu mikrogeographischen Routing- und Marktpotenzialanalysen ergänzt. Die Modellierung und Prognose von Marktgebieten im Einzelhandel wird von R. KLEIN zunächst allgemein diskutiert und durch die Untersuchungen von C. KANHÄUSSER vertieft. Die Beiträge von R. HESSE/A. SCHMID sowie

J. RAUH/T. SCHENK/M. FEHLER/F. KLÜGL/F. PUPPE zeigen mit Simulationsmodellen und der räumlichen Optimierung neue methodische Anwendungsmöglichkeiten auf, die geeignet sind, die in der Regel vorhandene Trennung zwischen der individualistischen und der strukturellen Perspektive aufzulösen. Erstgenannte wird z.B. bei der Untersuchung des Konsumentenverhaltens eingenommen, die Letztgenannte bei der (Standort)Analyse der Angebotsseite.

Ralf Klein
Jürgen Rauh

GIS im Einzelhandel

Kurt E. Klein, Regensburg

1 Raum- und GIS-Relevanz des Einzelhandels

1.1 Aufgabenstellung des Einzelhandels und Raumrelevanz

Als Mittler zwischen Produktion und Verbrauch besetzt der Handel wichtige Tätigkeitsfelder und trifft dort auch eigene dispositive Entscheidungen. Der von Seyffert (1972) entwickelte Katalog der Tätigkeitsfelder enthält drei Haupt- und weitere Unterfunktionen (vgl. Tabelle 1). Die nachfolgende Betrachtung beschränkt sich auf den stationären Handel, der in seinem Bestreben nach Umsatzsteigerung die aufgeführten Handlungsparameter betriebswirtschaftlich optimiert und dabei eine Vielzahl unternehmensinterner Entscheidungen mit Raumrelevanz zu treffen hat.

Tab. 1: Tätigkeitsfelder des Einzelhandels und daraus abgeleitete Unternehmenstätigkeit mit Raumrelevanz (nach Seyffert 1972)

Handelsfunktionen	Handlungsparameter	Raumrelevanz
1. Überbrückungsfunktion 1.1 Raumüberbrückung 1.2 Zeitüberbrückung Lagerhaltung Vordisposition 1.3 Preisausgleich 1.4 Kredit	Standortwahl Lagerhaltung Preisbildung	Standortbestimmung und -bewertung Lösung des Logistikproblems Raumrelevante Konkurrenz und Nachfrage
2. Warenfunktion 2.1 Quantität 2.2 Qualität 2.3 Sortiment	Sortimentbildung	Raumrelevante Konkurrenz und Nachfrage
3. Funktionen des Makleramts 3.1 Markterschließung 3.2 Interessenwahrung und Beratung	Personal- und Werbeeinsatz	Marketing (Werbung) Service

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach Seyffert (1972)

So gilt eine optimierte Standortwahl unstrittig als einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren. Sie erfordert das Aufspüren geeigneter Standortalternativen und deren Bewertung. Zwar wird die Standortwahl als längerfristige Entscheidung mit Bindewirkung (Investitionen, Mietverträge, etc.) angesehen. Da sich aber die für die einmal getroffene Entscheidung

dung maßgeblichen Faktoren laufend ändern (Wettbewerbssituation, Nachfrage, planungsrelevante Bestimmungen), gehört eine kontinuierliche Standortbewertung zu den konzeptionellen Aufgaben jedes Einzelhandelsunternehmens.

Bereits bei der Standortwahl müssen die Anlieferungsmöglichkeiten in Verbindung mit der Lagerhaltung berücksichtigt werden. Der Trend in allen Branchen und Betriebsformen geht dahin, die Lagerhaltung am POS wegen der Kapitalbindung und der hohen Betriebsflächenkosten vor Ort möglichst einzuschränken. Das daraus folgende Logistikproblem wird je nach Unternehmensgröße und Branche entweder durch Verlagerung auf Verkehrsdienstleister oder betriebsintern gelöst.

Veränderungen im Standortumfeld kann über die Anpassung der Parameter Sortiment- und Preisbildung sowie Personal- und Werbeeinsatz begegnet werden. Entsprechende Maßnahmen bedürfen einer sorgfältigen Analyse der Konkurrenzsituation und der Nachfrage. Im Falle des Werbeeinsatzes läuft es auf eine Analyse der Zielkunden und deren Erreichbarkeit über die zur Verfügung stehenden Medien hinaus. Betriebe mit Kundenservice wie Auslieferung und/oder Installation sowie Reparatur optimieren dieses Angebot über die Erreichbarkeit, Pünktlichkeit und den rationellen Arbeitseinsatz vor Ort.

1.2 Betriebsformabhängige Entscheidungen

Die Handhabung der Handlungsparameter ist abhängig von der Unternehmenskonzeption. Diese wiederum lässt sich an der gewählten Betriebsform ablesen. So zeichnet sich ein Discounter durch Kostenorientierung aus, was sofort auch Auswirkungen auf die Standortwahl, die Preis- und Sortimentgestaltung, die Bedienung und den Werbeeinsatz hat. Neben diesen als Handlungsform bezeichneten Merkmalen kennzeichnen eine Betriebsform auch die Organisations- und Kooperationsform. Insbesondere ein Mehrbetriebsunternehmen unterscheidet sich je nach Größe und Anzahl seiner Filialstandorte in der Lösung seiner raumrelevanten Aufgaben erheblich von einem Einbetriebunternehmen:

- 1 Mit der Wahl eines Standortes wird auch eine strategische Filialnetzplanung verbunden und bei Ausweitung und Verdichtung des Standortnetzes ist die mögliche Kannibalisierung eigener Filialstandorte ein zunehmend wichtiger werdendes Problem.
- 2 Die Lösung des Logistikproblems kann den Aufbau eigener Logistikcenter bedingen, wobei dann in der Größe genormte Auslieferungsfahrzeuge sowie die Forderung nach von der Tageszeit unabhängiger Anlieferung wiederum Rückwirkungen auf die Standortwahl haben.
- 3 Der Marketingeinsatz kann über regionale, nationale oder globale Werbung Synergieeffekte nutzen, Servicegebiete müssen ggf. mehrstufig eingeteilt und bedient werden.

1.3 Einzelhandel und Planung

Nicht nur mit der Nachfrage steht der stationäre Einzelhandel in wechselseitiger Beziehung, sondern auch mit der Planung als Synonym für die Durchsetzung staatlicher Ge-

setzung zur übergeordneten Wirtschaftsordnung und zur geordneten Raumentwicklung im Hinblick auf eine entsprechende Daseinsvorsorge. Einige darauf fußende Planungsziele sind u.a.

- wohnnahe Grundversorgung,
- Erhalt von Innenstädten als multifunktionale Zentren,
- nachbarschaftliche Abstimmung der Bauleitplanung in Verbindung mit der Leitbildfunktion des zentralörtlichen Systems.

Die Durchsetzung erfolgt über direkte, indirekte und rahmensetzende Maßnahmen, wobei die Namensgebung bereits auf die Stärke des Einflusses auf den Einzelhandel hinweist. Tabelle 2 zeigt entsprechende Aufgabenfelder.

Tab. 2: Planungstätigkeit mit direktem Einfluss auf die Einzelhandelstätigkeit

Leitbilder/Planungskonzepte	Handlungsparameter der Planung	Raumrelevanz
Wohnnahe Versorgung	Bauleitplanung	Stärkung bestehender Zentren; Zentrenhierarchie
Erhalt der historischen Innenstadt	Zentrenrelevanz von Sortimenten Zugang; Aufwertungsmaßnahmen	Leerstandskataster Innenstadtmarketing
Förderung der freien Marktwirtschaft	Ausweisung Gewerbegebiete Umbau von Transiträumen	Sekundäres und Quartäres Einzelhandelsnetz
Zentralörtliches System	Bauleitplanung Handlungsanweisungen für Ansiedlung großflächigen Einzelhandels; Landesentwicklungs-Programm; Gutachten	Standortbeschränkung Sortimentbeschränkung Zentrale-Orte-Ausweisung Planungssicherheit für Investoren

Quelle: Eigene Zusammenstellung

1.4 Ableitung von Fragestellungen mit GIS-Relevanz

Aus diesen raumbezogenen Aufgabenstellungen des Einzelhandels lassen sich vier Kernfragestellungen mit GIS-Relevanz ableiten, die allerdings nicht überschneidungsfrei sind. Ihre Formulierung beachtet auch die Marketing-Fokussierung auf Place, Price, Promotion und Product, ihre Lösung lässt sich jedoch nur teilweise mit den bereits am Software-Markt angebotenen GIS-Lösungen erreichen, die unter Geomarketing firmieren. Nachfolgend sind die jeweilige Fragestellung und die Spannweite ihrer Bearbeitung sowie eine Auswahl der bereits vorhandenen Methoden und Software-Lösungen zusammengestellt.

Themenkreis 1: Standortwahl und -bewertung

Im Fall der Standortwahl ist der Standort für einen Betrieb in Abhängigkeit von der Unternehmenszielsetzung, der Nachfrage, dem Wettbewerb und den Planungsrestriktionen zu bestimmen. Dagegen steht bei einer Standortüberprüfung die Evaluierung des Ertrags eines Standorts im Vordergrund mit dem Ziel, ggf. Änderungen der Ausübung der

Handlungsparameter (Sortiment, Preis, Bedienung, Fläche), der Organisationsform und letztendlich des Standorts vorzunehmen.

Die Bearbeitung dieser Fragestellungen wird von der unternehmerischen Zielsetzung und dem Standorttyp abhängen. Zielt das Unternehmenskonzept auf Kostenminimierung, dann sind bei einem singulären Standort die Flächenkosten, die Verkehrslage, das Kundenpotential und die Konkurrenz zu beachten. Für Filialstandorte werden zusätzlich die Optimierung der Belieferung sowie bei geplanter Standortverdichtung die Gefahr der Kannibalisierung zu berücksichtigen sein. Ist das Unternehmenskonzept auf Leistungsoptimierung ausgerichtet, rücken die Identifikation und Erreichbarkeit von Zielgruppen, Effekte des shared business wie etwa das Kopplungspotential im Standortumfeld oder auch seine Aufenthaltsqualität in den Vordergrund. Auch hier spielt bei Filialisierung und nachfolgender Verdichtung die Abwehr der Kannibalisierungsgefahr eine Rolle. Bei optimierten Standorten in geplanten Einkaufszentren sind zudem der gesamte Angebotsmix sowie die Kundenströme im Einkaufszentrum selbst in die Analyse mit einzubeziehen.

Für die Lösung der Fragestellungen wird empfohlen, die Maßstabsabhängigkeit zu beachten. So arbeiten die Abteilungen Immobilien/Vertrieb oft in mittleren und großen Maßstäben, die strategische Planung der Expansion wird kleine Maßstäbe heranziehen.

Die bisherigen Ansätze können in zwei Bereiche eingeteilt werden:

1. Auswahl von Standortfaktoren

2. Einsatz von Modellen

Bei den Modellen sind folgende gebräuchlich (vgl. Tabelle 3):

Tab. 3: Modelle zur Standortbestimmung und -bewertung

Fragestellung	Methode
Standortbewertung	Regression Neuronale Netze Agentenbasierte Mikrosimulationen
Strategische Planung	Statische und dynamische Gravitationsmodelle (Huff, Entropie-Maximierung)
Standortfindung	Location-Allocation (p-Median, CIM)

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Üblicherweise enthalten Geomarketing-Programme folgende Anwendermodule (Tabelle 4):

Tab. 4: Anwendermodule zur Standortbestimmung in Geomarketing-Software

Aufgabenfeld	Programmtool	Besondere Parameter
Bewertung	Potentialanalyse	Kunden Kaufkraft
Gebietsplanung	Regionalisierung	Verschiedene Kriterien, z.B. - Homogenitätskriterium, - Distanzabgrenzung (Thiessen)

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Themenkreis 2: Marketing

Der GIS-Einsatz im Marketing soll einen Beitrag zu dessen übergeordneter Zielrichtung der Optimierung der Einzelhandelstätigkeit des Unternehmens leisten. Dabei wird die bisherige Tätigkeit einer Stärken-/Schwächen-Analyse unterzogen, auf deren Grundlage dann Verbesserungen vorgeschlagen werden können. In diesem Stadium der GIS-Bearbeitung bestehen sehr enge Bezüge zur bereits diskutierten Standortbewertung. Darüber hinaus wird das Eingehen auf das Nachfragepotential und –verhalten notwendig. Hierbei stellt sich zum ersten die Frage nach der Ermittlung des zur Verfügung stehenden Kundenpotentials im gesamten Marktgebiet (Marktsegmentierung). Zum zweiten wird eine Schätzung der im Marktgebiet in Abhängigkeit von der Wettbewerbssituation vorherrschenden Nachfragedifferenzierung notwendig. Diese wiederum erlaubt drittens die Bestimmung der gegenwärtigen Marktposition im Einzugsgebiet und viertens über den Vergleich mit dem Kundenpotential die Erarbeitung von Empfehlungen zur Optimierung der Handlungs- und Organisationsparameter.

Die bisher eingesetzten Methoden beinhalten u.a. die Indexbildung und die Potentialanalyse. In letzter Zeit wird häufiger eine Analyse von Kundenströmen in verschiedenen Maßstabbereichen vorgenommen. Dabei finden vor allem der Ansatz von Rauh/Hesse (2002) mit agentenbasierter Mikrosimulation und von Timmermans/van der Waerden (1991) mit neuronalen Netzen Beachtung. Eine Bewertung der Kundenströme mit Hilfe der Kaufkraft wird zur Bilanzierung der Zu- und Abflüsse genutzt, um daraus auch Sortimentlücken und andere Defizite abzuleiten. Weitere Modelle werden je nach zugrunde liegenden Annahmen zur Einkaufsstättenwahl der Kunden und der Attraktivität konkurrierender Standorte (Huff-Typus) sowie der zu optimierenden Zielsetzung des Gesamtsystems (p-Median-Typus) eingesetzt. In gängigen Softwareprodukten zum Geomarketing finden sich u.a. die in Tabelle 5 beschriebenen Anwendungsmodule zur Bearbeitung der eingangs beschriebenen Fragestellungen.

Tab. 5: Anwendermodule zum Geomarketing

Aufgabenfeld	Programmtool
Marktsegmentierung	Marktgebiete
Nachfragedifferenzierung	Erreichbarkeit Kundenzuordnung
Marktposition	
Optimierung Handlungsparameter	Nächste Filiale Kürzester Weg Beste Route Einteilung Servicegebiete

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Themenkreis 3: Logistik und Tourenplanung

Fragestellungen der Logistik und Tourenplanung leiten sich aus dem Bemühen um die Minimierung interner Transaktionskosten ab. Sie treten vor allem bei Mehrbetriebsunternehmen oder Einbetriebsunternehmen in einem Organisationsverbund mit stark optimier-

tem Warenverkehr auf. Die Bearbeitung teilt sich analog zum Themenkreis 1 in zwei Teilprobleme auf. Zunächst wird bei bestehendem Filialnetz der Standort nodaler Logistikzentren so bestimmt, dass der Warenfluss zu den einzelnen Filialstandorten optimiert wird. Für den Auslieferungsbetrieb wiederum sind die Warenbelieferungszyklen der einzelnen Filialstandorte zu optimieren.

GIS-basierte Lösungen des Logistik-Problems setzen vor allem die Anwendung der einschlägigen Ansätze der Graphentheorie voraus und erfordern damit auch den Einsatz realitätsnaher Abbildungen des Straßennetzes. Eine Methodenauswahl findet sich in Tabelle 6.

Tab. 6: Modelle zur Lösung des Logistik-Problems

Fragestellung	Methode
Strategische Planung von Verteilzentren	p-Median-Modell; Location-Allocation Regionalisierung
Routenoptimierung	Lösung des Vehicle-Routing-Problems Beste Auslieferungsrouten

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Die Geomarketing-Software verkürzt meistens die Tourenplanung auf die approximative Lösung des Travelling-Salesman-Problems. Ansonsten werden für die Gebietsplanung Regionalisierungsansätze angeboten, welche entweder als Optimierungsansatz die Wahl von Homogenitätskriterien zulassen oder bei identisch unterstelltem Angebot und nearest-center-Hypothese die Einzugsbereiche über die Berechnung von Thiessen-Polygonen approximieren.

Themenkreis 4: Planungsrelevanz

Die Planung versucht eine räumliche Ordnung zu erreichen, welche von möglichst vielen der beteiligten Akteure akzeptiert wird. Als Bewertungsgrundlagen dienen ihr nachfrage-seitig die Sicherung gleichwertiger Lebensbedingungen (hier: Wahrnehmung von Grund-daseinsfunktionen), angebotsseitig der Schutz der freien Marktwirtschaft (hier: keine Marktzutrittsbeschränkungen), planungsseitig die Prämisse der nachhaltigen Entwicklung (sparsamer Umgang mit Flächen, keine Entwertung von bereits getätigten Investitionen z.B. in Denkmalschutz oder Verkehrsinfrastruktur). Die bearbeiteten Fragestellungen thematisieren zum einen den Erhalt der zentralörtlichen Funktionen (Kaufkraftströme, Nachbarschaftsplanung). Zum anderen liegt das Augenmerk auf der Bewahrung der Multifunktionalität der Innenstadt mit dem Hauptakteur Einzelhandel. Je nach Größe des Planungsgebietes erweist sich mit fortschreitender Tendenz der Maßstabsvergrößerung des Einzelhandels sowie der Einkaufsmobilität der Kunden die Sicherung der wohnnahen Versorgung (Innerstädtisches Zentrumsystem, ...) als notwendig.

Den Planungsvorstellungen entsprechen auf den unterschiedlichen Maßstabsebenen vor allem Location-Allocation-Ansätze, die in ihrer Komplexität nicht von herkömmlicher Geomarketing-Software aufgegriffen werden.

2 Funktionalitäten eines GIS im Hinblick auf den Einsatz im Einzelhandel

Definition und generelle Funktionsweise Geographischer Informationssysteme werden als bekannt vorausgesetzt. Der folgende Überblick umfasst jene Funktionalitäten, welche aus Sicht des Anwenders bei Einzelhandelsfragen besonders oft benötigt werden. Die Gliederung folgt dabei dem bekannten EVAP-Ansatz (Erfassen, Verwalten, Analysieren, Präsentieren) zur Charakterisierung der Hauptfunktionalitäten eines GIS¹.

2.1 Erfassen einzelhandelsrelevanter Daten mit Raumbezug

Raumbezogene Einzelhandelsdaten werden bei der Bearbeitung von Fragestellungen zum Angebot, zur Nachfrage und zu planungsrelevanten Rahmenbedingungen erhoben. Die traditionelle Einzelhandelskartierung mit der Aufnahme von Name, Adresse, Branche, Betriebsform und weiteren Kennzeichen des Einzelbetriebs benutzt für die Verortung eine sekundäre Metrik (Adresse), welche später georeferenziert werden muss. Ähnlich wird mit der Feststellung von Leerständen und anderen Umfeldmängeln verfahren. Bei der Verarbeitung von Nachfragedaten liegen nur bei selbst geführten Kundenkarteien und Ausgabe von Kundenkarten Adressdaten vor. Üblicherweise durchgeführte POS-Kundenbefragungen geben sich mit der Wohngemeinde und/oder der Postleitzahl zufrieden. Immer größere Bedeutung gewinnt allerdings die mobile Nutzung des GIS, wobei Außendienstmitarbeiter auf ihrem PDA eine digitale Kartengrundlage oder ein entsprechendes Luftbild sowie vorgegebene Eingabemasken abrufen und ihre Eingaben von Verortung und Sachinformation direkt vor Ort vornehmen können.

Der Datenbestand bereits georeferenzierter Information wächst jedoch rasch und wird von unterschiedlichen Institutionen angeboten. Dabei besteht aber kein Bezug auf einheitliche Gebietseinteilungen (vgl. Tabelle 7).

2.2 Verwaltung

Die Weiterverarbeitung von Daten innerhalb eines GIS nutzt vor allem die Möglichkeit der Umwandlung von Textdaten mit Raumbezug in verortete Daten, die Verknüpfungs-

¹ Nachfolgend wird folgender Sprachgebrauch vereinbart: In einem GIS wird Information über ein reales Objekt in digitaler Form gespeichert. Diese Information setzt sich aus der Geometrie (in der Regel Verortung, Form, Ausdehnung) sowie weiteren, ihr unmittelbar zugeordneten Angaben zusammen, auch Attribute genannt. Diese sollen geometrische Eigenschaften (z.B. Punkt, Linie, Fläche und Maße für deren Ausdehnung), topologische Eigenschaften (z.B. Nachbarschaftsbeziehungen) und ggf. Darstellungshinweise umfassen. Beide Informationsteile zusammen bilden ein Geographisches Informationsobjekt, auch feature genannt. Dieses Bild eines realen Objektes, das über einen Objektschlüssel GIS-intern eindeutig verwaltet wird, kann je nach Aufgabenstellung mit weiteren Merkmalen beschrieben werden, so genannten Sachdaten. Feature und Sachdaten werden über den Objektschlüssel eindeutig miteinander verbunden und ergeben ein GIS-Objekt. Gleichartige Objekte bilden eine Objektklasse, sie werden gemeinsam in einem Layer verwaltet.

Tab. 7: Hauptfunktionalität Erfassen; Reale Beispiele mit Verortung im Vektorraum und über eine Adresse

Abbildungsraum der Realität	Verortung	Attribute (zur Geometrie, Topologie ...)	Sachdaten	Reales Beispiel
Vektorraum				
Punkt	X-/Y-Koord.		Anzahl	Bevölkerung an Blockmittelpunkt
Linie	Polylinie	Hausnummernbereich links und rechts der Straße als Richtungsangabe	Weglänge	Straßenabschnitt
Fläche	Polygon	Flächen- und Umfangangabe	Kaufkraft	Kaufkraft nach PLZ-Bereich oder administrativer Einheit
Nicht-geometrisch				
Text	Adress-Angabe		Artikelnummer der gekauften Ware, Betrag, Zahlungsart	Kundenkarteneinsatz am Point of Sale

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Tab. 8: Hauptfunktionalität Verwaltung; Beispiele

Verwaltung	GIS-Funktionalität	Beispiel
Umwandlung von Textdaten mit Raumbezug	Ereignisdatei mit X-/Y-Koordinaten; Georeferenzierung von Adressangaben	Ergebnisse einer Einzelhandelskartierung; Eingabe von Kundenadressen und Verortung mittels eines Straßennetzes mit Hausnummernbereichen je Straßenseiten
Einheitliches Koordinatensystem	Transformation (z.B. Helmert)	Einpassen einer Planskizze eines neu gebauten Einkaufszentrums in eine Übersichtskarte
Umklassifizierung	Zusammenfassung von Objekten eines Themas anhand eines Attributs oder einer Sacheigenschaft	Zusammenfassen aller Gebiete, in denen ein bestimmter Marktanteil überschritten wird
Zuordnung von Sachdaten zu Geometrie		Zusammenführung der Einzelhandelskartierung und Betriebsbefragung über den vergebenen Betriebsschlüssel
Datentypkonversion	Umwandlung von Vektor in Raster und umgekehrt	Modellbildung bei Standortsuche (vgl. Kapitel 3)

Quelle: Eigene Zusammenstellung

möglichkeit von raumbezogenen Daten (features) mit Sachdaten über eine eindeutige Schlüsselvariable sowie die Datenkonversion, Umklassifizierung und Edierung.

Die Hauptschwierigkeit der Georeferenzierung bei Benutzung sekundärer Metriken (z.B. Adressen) sind die Bewältigung von Eingabefehlern sowie die Zuordnung zu exakten Koordinaten. Im ersteren Fall handelt es sich bspw. um abweichend von der Norm vorliegende Schreibweisen von Orts- und Straßennamen. Hier gestatten die Programme dem Anwender, den minimal zu erreichenden Grad der Übereinstimmung von Eingabe- mit intern gespeichertem Normtext festzulegen, unterhalb dem eine Georeferenzierung nicht mehr möglich sein soll. Im Fall eines Straßennetzes mit Angabe von Hausnummernbereichen je Straßenseite kann als Verortung einer Adresse entweder die Mitte des Streckenabschnittes gewählt werden, innerhalb dessen Hausnummernbereich die vorgegebene Nummer fällt.

Tab. 9: Hauptfunktionalität Analyse und Modellbildung; Beispiele

Analyse/ Modellbildung	GIS-Funktionalität	Beispiel
Datenabfrage	Selektion – räumlich sachlich kombiniert	Alle Betriebe in einem definierten Standortbereich Alle Betriebe ab einer bestimmten Verkaufsfläche Alle Betriebe in einem definierten Standortbereich mit einer Mindestverkaufsfläche
Messen, Zählen, Berechnen	Funktionen der „Computed Geometry“	Anzahl Kunden im Einzugsgebiet Summe der Kaufkraft Versorgungsgrad der Bevölkerung in fußläufiger Entfernung
Statistik-Funktionen	Parameter der beschreibenden Statistik für ein ausgewähltes Sachmerkmal	Durchschnittliche Kaufkraft im Einzugsgebiet
Pufferbildung	Abstandsfläche um ein Objekt	Ausschluss- oder Vorrangflächen, z.B. bei Standortsuche oder Vermeidung von Konkurrenz
Verschneidung	Geometrische Überlagerung zweier Layer mit der Bildung einer neuen Geometrie, wahlweise z.B. als Durchschnitt oder Vereinigung	Einzugsgebiet im Marktgebiet; Bearbeitung zweier unterschiedlicher, nicht-hierarchischer räumlicher Bezugssysteme;
Interpolation/ Abstraktion	Übertragung von Punktwerten in die Fläche bzw. von Flächenwerten auf ihre Zentroidpunkte	Kostenflächen wie z.B. Zeitaufwand
Modellier- und Analysefunktion	Rasteralgebra-Funktionalitäten	Suitability-Oberfläche für Standortsuche als Ergebnis der unterschiedlichen Gewichtung von Einflussgrößen
Netzwerkfunktion	Kürzeste Wege Optimierte Rundreise Zeitzone um vorgegebenen Punkt	Kürzeste Wege sind Basisinformationen für Gravitationsansätze (u.a. Huff) Routen wichtig für die Lösung von Logistikproblemen

Quelle: Eigene Zusammenstellung unter Berücksichtigung von Bill/Fritsch (1999²)

Oder man kann eine lineare Interpolation durchführen, und zwar unter Annahme gleicher Parzellenbreiten und vollständigem Vorhandensein aller entsprechenden Hausnummern des Bereichs. In Einzelfällen sind bereits georeferenzierte Grundstücks- bzw. Gebäudedaten verfügbar (Adresse mit X-Y-Koordinate, etwa in Gauss-Krüger).

Sind alle Datensätze georeferenziert, müssen die so erzeugten Geodaten ggf. über im GIS verfügbare Transformationen in ein einheitliches Koordinatensystem überführt werden. Hierfür sind Passpunkte vorzugeben, um die notwendigen Berechnungen starten zu können.

Die große Flexibilität des GIS bzgl. der Verknüpfung und gemeinsamen Verwaltung von Geometrie-, Attribut- und Sachdaten ist bei der Bearbeitung der Einzelhandelsfragestellungen in vielen Anwendungen von Vorteil. So lassen sich bei hierarchischen Regionalisierungen räumliche Umklassifizierungen durchführen, wobei die Sachdaten entsprechend einer ausgewählten Vorschrift (z.B. Min, Max, Zählen, Summieren, Mittelwertbildung) ebenfalls in das neue Aggregat überführt werden.

Die Vereinigung von Geometrie- und Sachdaten über eine eindeutige Schlüsselvariable erlaubt die je nach Aufgabenstellung unterschiedliche Beschreibung von geometrischen Objekten. Insbesondere lassen sich Zuordnungen über den Lagebezug vornehmen. So können einem Bevölkerungsschwerpunkt die Kaufkraftattribute des Gebietes zugeordnet werden, in dem er liegt. Eine punktuell vorliegende Standortalternative erhält die Fußgängerfrequenz des ihr am nächsten liegenden Straßenabschnitts.

Um räumlich variierende Merkmale, deren Ausprägungen in unterschiedlichen Einheiten gemessen worden sind, in einem Evaluierungsmodell zu berücksichtigen, lassen sich Reklassifizierungen durchführen. Sie transformieren die unterschiedlichen Skalen in ein einheitliches Gewichtungssystem, z.B. von 0 bis 10, so dass dann eine algebraische Verarbeitung möglich wird (Rasterdaten). Der hierzu nötige Übergang von Vektor- zu Rasterdaten und umgekehrt lässt sich über Konvertierungsfunktionen steuern. Die Rasterumwandlung von Vektordaten erlaubt die Modellbildung zur Konstruktion von Eignungsoberflächen bei der Standortsuche. Sie ist aber auch für webbasierte GIS-Nutzungen in Verbindung mit Datenreduktionsalgorithmen notwendig.

2.3 Analysieren einzelhandelsrelevanter Daten mit Raumbezug

Der Einsatz von Analyseinstrumenten soll lediglich tabellarisch dargestellt werden (vgl. Tabelle 9).

3 GIS-gestützte Problembearbeitung und Anwendungsbeispiele

Im Folgenden wird eine auf die Funktionalität des GIS abgestimmte Problemlösungsfolge vorgeschlagen und das Flussdiagramm als Arbeitsmittel zur Problemstrukturierung eingeführt. Die einzelnen Analyseschritte werden zunächst allgemein behandelt und dann in Kapitel 4 für zwei ausgewählte Anwendungsbeispiele ausgeführt.

3.1 Analyseschritte

Tab. 10: Analyseschritte im Rahmen einer GIS-gestützten Problembearbeitung

1 Zielanalyse
2 Formulierung von Teilzielen
3 Eingabedatum und ihre Eigenschaften
4 Durchführung der GIS-Analyse
5 Verifizierung des Ergebnisses
6 Umsetzung der Ergebnisse

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Schritt 1: Zielanalyse

Die genaue Problemformulierung einschließlich der daraus abgeleiteten Zielsetzung der angestrebten GIS-gestützten Analyse ist Grundlage für die weiteren Schritte und bedarf deshalb besonderer Sorgfalt. Dabei ist es durchaus zulässig und erforderlich, das gesamte Problemumfeld auszubreiten, welches möglicherweise Komponenten mit und ohne Raumbezug enthält, um deren gegenseitige Verflechtung und/oder Abhängigkeit abschätzen zu können. Erst dann lässt sich auch das mit Hilfe des GIS angestrebte (Teil-)Ergebnis in die gesamte Problemlösung integrieren.

Schritt 2: Formulierung von Teilzielen

In der Regel wird das gesetzte Ziel nur unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen und Vorgaben zu erreichen sein. Diese stellen wiederum Teilziele dar, deren Analyse hilft,

1. den systemhaften Zusammenhang zwischen den einzelnen Teilzielen zu erkennen,
2. die benötigten Daten und
3. deren Verarbeitungsschritte zu spezifizieren.

Die Eingabedaten ergeben für sich genommen ein Layersystem, das auch als **Abbildungsmodell** der realen Welt bezeichnet wird. Die Berücksichtigung der Zusammenhänge und Interaktionen der einzelnen Teilziele führt zu einem dynamischen **Prozessmodell**, welches veränderten Zielsetzungen und/oder Randbedingungen angepasst werden kann.

Schritt 3: Eingabedaten und ihre Eigenschaften

Die benötigten Daten mit Raumbezug müssen beschafft und – da sie aus unterschiedlichen Quellen stammen - ggf. bzgl. der Projektion und der erforderlichen räumlichen Differenzierung und sachbezogenen Genauigkeit angepasst bzw. vereinheitlicht werden. Das Problem der Georeferenzierung von Information (z. Bsp. Betriebe, Kunden) kann über die bereits angesprochenen Softwaretools gelöst werden, alternativ über den Ankauf bereits georeferenzierter Adressdateien.

Es empfiehlt sich auf dieser Stufe eine Analyse der Eingabedaten, um ein Gefühl für die räumliche Verteilung und Zuordnung der abgebildeten Objekte zu erhalten. Ebenso können qualitative und quantitative Statistiken über relevante Objektmerkmale für später benötigte Klassenbildungen vorbereitet werden.

Schritt 4: Durchführung der GIS-Analyse

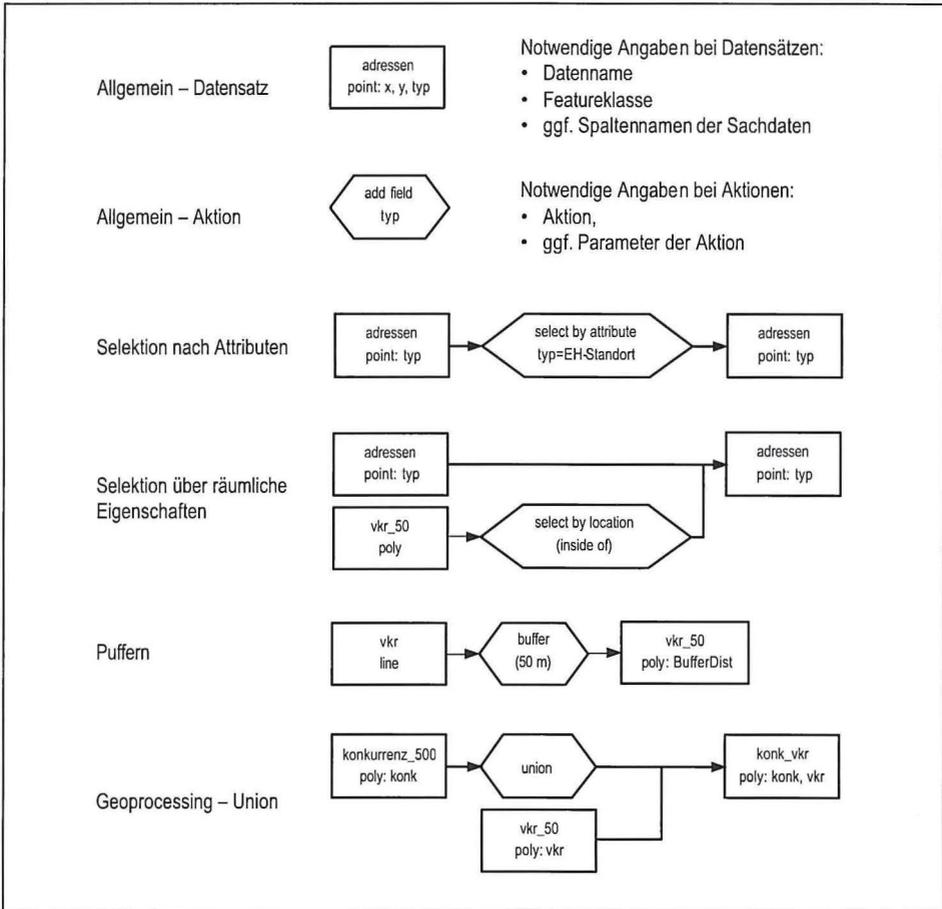
Die Datensätze werden entsprechend der spezifizierten Teilziele verarbeitet. Dies setzt die Festlegung des Einsatzes von GIS-Funktionalitäten voraus. Dabei kann es sich im einfachsten Fall um Raum-, Sach- und kombinierte Selektionen handeln, aber auch um Aggregationen und Verschneidungen. Die Zusammenführung der Teilergebnisse ist u.U. wieder Gegenstand einer Modellbildung auf der Prozessebene.

Je nach Ausgestaltung der Zielfunktion können sich an die räumlichen Operationen auch Tabellenanalysen der erzeugten Attributdateien anschließen. Danach wird über verfügbare Präsentations- und Reportfunktionen der Ergebnisbericht erstellt.

Schritt 5: Verifizierung der Ergebnisse

Die Überprüfung der Zielgenauigkeit der Ergebnisse kann auf zwei Ebenen erfolgen: Zum einen durch einen Vergleich mit den Unternehmenszielen und den bisherigen realen Er-

Abb. 1: Beispiele zur Notation bei Flussdiagrammen



Quelle: Fischer, Sabine; unveröffentlichtes Methodenskript zu ArcGIS, Regensburg 2005

fahrungen, zum anderen durch eine Überprüfung vor Ort. Gerade Letzteres wird dann notwendig sein, wenn es sich um die Bearbeitung der Standortuntersuchung und -bewertung, die Planung der innerbetrieblichen Logistik oder die Neukonfigurierung von Servicegebieten handelt. Das Ergebnis der Verifizierung könnte eine Neuanlage der Untersuchung, aber auch eine Veränderung der abgebildeten Interaktionsbeziehungen durch Übergang zu anderen Modellparametern sein.

Schritt 6: Umsetzung der Ergebnisse

In der praktischen Anwendung hängt es von der Organisations- und Kooperationsform des Unternehmens ab, wie mit den Ergebnissen umgegangen wird. In Mehrbetriebsunternehmen ist es sehr wahrscheinlich, dass die Entscheidungen über die mit der Umsetzung verbundenen Kosten und organisatorischen Maßnahmen auf einer höheren Verwaltungsebene gefällt werden und ggf. mit anderen Projekten konkurrieren (vgl. Kapitel 4).

3.2 Strukturierung der GIS-Analyse

Zur Strukturierung der GIS-Analyse wird die Ausarbeitung eines Flussdiagramms empfohlen. In einem Top-Down-Ansatz werden von der Zielfunktion ausgehend die Teilziele dargestellt und das darin enthaltene Repräsentationsmodell in Form der Eingangsdaten entwickelt. Die jeweils erforderlichen Operationen, um aus übergeordneten Objektmen- gen untergeordnete Mengen zu bilden, werden als Aktionen dargestellt. Letztlich gilt es, funktionale Verknüpfungen abzubilden

Die standardisierten Symbole sind beispielhaft in Abbildung 1 wiedergegeben. Das in Abschnitt 4.1 bearbeitete Anwendungsbeispiel 1 ist im Anhang entsprechend dokumentiert.

4 Anwendungsbeispiele

Bei den ausgewählten Anwendungen spielt der GIS-Einsatz eine gewichtige Rolle für die Entscheidungsfindung. Die hier vorgelegte Lösung zielt auf den Einsatz von GIS im wissenschaftlichen Bereich ab. Damit ist von vornherein ausgeschlossen, dass die vollständige Problemlösung nur von einer Software geliefert wird. Denn dies würde ja bedeuten, dass zukünftige Forschungen nur im Spektrum der bereits vorgedachten und damit programmiert vorliegenden Anwendungsfälle vorgenommen würden. Vielmehr kann im Einzelfall eine Kombination mehrerer Softwareanwendungen nötig werden.

In der Praxis wird allerdings die Problemlösung möglichst aus einer Hand erwartet. Denn hier steht die standardisierte Gewinnung von Information im Vordergrund und nicht die Erarbeitung von Lösungswegen für immer neue Problemstellungen. Es bleibt zukünftigen Softwareentwicklungen vorbehalten, entsprechende Anregungen zu integrieren.

4.1 Standortsuche für einen Lebensmitteldiscounter (LM-Discounter) in einem Stadtgebiet

4.1.1 Analyse

Im Marketingkonzept eines LM-Discounters wird die Reduktion des Sortiments auf etwa 10% eines Vollsortiments dazu führen, dass der eigentliche Verkaufsflächenbedarf überschaubar bleibt. Die Konzentration auf ausschließlich Massenbedarfsartikel in Verbindung mit der aggressiven Preispolitik wirkt einer Segmentierung des Nachfragepotentials bzgl. Auswahl- und Qualitätsanspruch entgegen. Die Niedrigpreispolitik erfordert eine dauerhafte Minimierung aller übrigen Kosten. Bei der innerbetrieblichen Logistik fällt damit ein hoher Anteil zentral gelieferter Waren an. Dies wiederum setzt ein dichtes Filialnetz voraus, um aus dem Verteilaufwand keine distanziellen Absatzbeschränkungen erwachsen zu lassen. Gleichzeitig wird von jedem Filialbetrieb eine hohe Flächenleistung erwartet, welche nur über einen großen Anteil von PKW-Kunden erzielt werden kann. Damit kommt auch der Verkehrsorientierung der Standorte eine große Bedeutung zu.

- Die Wahl eines Standortes wird also darauf abzielen, dass das potentielle Einzugsgebiet
- in akzeptabler Entfernung einen Wohnbereich abdeckt,
 - gleichzeitig auch das Verkehrsaufkommen und damit potentielle Kunden einer übergeordneten Straße oder eines Knotenpunkts des ruhenden Verkehrs einbezieht,
 - nicht die Einzugsgebiete bereits bestehender eigener Filialen beschneidet und
 - nach Möglichkeit auch nicht von jenen konkurrierender Unternehmen beschnitten wird.

Im Folgenden wird nicht angestrebt, den besten Standort zu ermitteln. Vielmehr wird ein Weg aufgezeigt, der es gestattet, Gebiete mit besonderer Standorteignung aufzuzeigen und die Gewichte der jeweiligen Einflussfaktoren entsprechend der lokalen Erfordernisse und unternehmensbedingten strategischen Vorgaben jeweils neu zu justieren.

4.1.2 Teilziele

Die Analyse hat folgende Teilziele nahegelegt:

1. Wohnortorientierung

Da festgestellt wurde, dass das Angebot keine Segmentierung rechtfertigt, kann als eine Einflussgröße für die Standorteignung das Bevölkerungspotential gewählt werden. Als Eingabedatensatz wird die räumliche Verteilung der **Wohnbevölkerung** benötigt. Da von einer hinreichenden Angebotsdichte auszugehen ist, müssen bei der Potentialberechnung auch **Interaktionsbarrieren** berücksichtigt werden.

2. Verkehrsorientierung

Die Überlegungen zum Warenumsatz, der Kostenreduktion und der internen Logistik lassen eine optimale Erreichbarkeit sowohl für den motorisierten Individualverkehr als auch große firmeneigene Transportgefäße notwendig werden. Gleichzeitig soll auch ein Teil der Kunden vom vorbeifahrenden Verkehr gewonnen werden. Damit wird der Standortraum auf nicht verkehrsbeschränkte Straßen und deren Umfeld eingengt.

Als Eingabedatensatz sind die **Hauptverkehrsstraßen** und ggf. Knotenpunkte des ruhenden Verkehrs einzubeziehen. Dabei werden auch Angaben für die Verkehrsbelastung erforderlich.

3. Konkurrenzmeidung

Die Konkurrenzmeidung setzt die Kenntnis der **Standorte von Filialen** des eigenen und fremder Unternehmen voraus. In der Regel wird man auf eine Gewichtung der Konkurrenten über Attraktivitätsmaße verzichten können. Konkurrenzmaße können im einfachsten Fall Abstandsentfernungen zum nächsten Anbieter sein, im komplexeren Fall mögliche Nachfrageorientierungen, wie sie über ein dynamisches Gravitationsmodell wie Huff (vgl. 4.2) oder CIM-Modelle (vgl. Klein, 1995) berechenbar wären.

4.1.3 Datensätze

Tabelle 11 beinhaltet die benötigten Datensätze. Die Wohnbevölkerung liegt aggregiert am Bezugspunkt (Mittelpunkt, Schwerpunkt etc.) der zugrunde liegenden administrativen Einheit (Baublock oder darauf aufbauendes Aggregat) vor. Sollte eine Flächennutzung in die Bearbeitung mit aufgenommen werden, besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Wohn-

bevölkerung nur auf bebaute Gebiete zu beziehen bzw. die in Frage kommenden Standortbereiche auf jene mit einer zulässigen Flächenwidmung zu beschränken.

Nach der Problemanalyse ist keine weitere Segmentierung notwendig, ließe sich aber über die Demographie (z.B. Alter) einführen.

Die Zugänglichkeit eines Standortes ist über Entfernungsmessung und deren Gewichtung (Distanz in Meter, benötigte Reisezeit in Minuten) zu quantifizieren. Dabei können auch die entsprechenden Unterschiede im Straßennetz (Hierarchiekategorie, Verkehrsregelung, Tempolimit) berücksichtigt werden. Im vorliegenden Fall ist auf eine aufwändige Berechnung verzichtet worden, weil vorausgesetzt werden kann, dass der Stadtraum für die Mehrheit der Nachfrager im Hinblick auf die Angebotsdichte kaum Mobilitätsbeschränkungen aufweist. Ausnahmen stellen Barrieren (Flüsse, Bahnlinien, Autobahnen) dar. Entsprechende Streckenabschnitte sind zu einem Komplexobjekt zusammengefasst worden. Es besteht die Möglichkeit, die Durchlässigkeit einzelner Barrieren zu modellieren.

Hauptverkehrsstraßen (z.B. das Vorrangstraßennetz T50) bündeln den Verkehr und beeinflussen damit die Attraktivität von potentiellen Standorten. Als Gewichtung kann die in einer Querschnittsmessung ermittelte Fahrzeugbelastung (Fahrzeuge pro Zeiteinheit) dienen.

Die bestehenden Betriebe erhält man über eine Einzelhandelskartierung. Sie sind aber auch von einschlägigen privaten Anbietern georeferenziert erhältlich. Für dynamische Modelle wie z.B. Huff benötigt man Merkmale und Merkmalsausprägungen für die Attraktivität des jeweiligen Betriebs. Die Verkaufsfläche wird i. Allg. bei Discountern als wenig aussagekräftig eingeschätzt, besser wäre z.B. die Verkaufsflächenleistung, welche je Unternehmen sehr unterschiedliche Werte aufweist.

Tab. 11: Benötigte Datensätze mit Raumbezug (Abbildungsmodell)

	Inhalt	Geometrie	Schlüsselnummer	Sachdaten
W_1	Wohnbevölkerung	Punkt	Admin. Einheit	Demographie
W_2	Barrieren	Linie	(Komplexobjekt)	Durchlässigkeit
V_1	Straßennetz	Linie	Straßenschlüssel	Hierarchiestufe, Distanz des einzelnen Segments, Reisezeit, Verkehrsregelung, Verkehrsbelastung
K_1	Bestehende Betriebe	Punkt	Betriebsschlüssel	Betriebsform, ggf. Verkaufsfläche und Verkaufsflächenleistung

Quelle: Eigene Zusammenstellung

4.1.4 GIS-Analyse

Als Ergebnis wird die Überführung des in Tabelle 11 beschriebenen Abbildungsmodells in eine Suitability-Karte des gesamten Suchraums angestrebt. Damit ist bereits impliziert, dass die Überführung des Abbildungsmodells in dieses spezifische Prozessmodell auf Rasterbasis erfolgt. Dies erlaubt die raumbezogene Modellierung auf der Grundlage der Rasteralgebra und auch die Justierung der Modellparameter. Die vollständige Analyse ist Abbildung 2 zu entnehmen.

(1) Wohnortbasiertes Kundenpotential

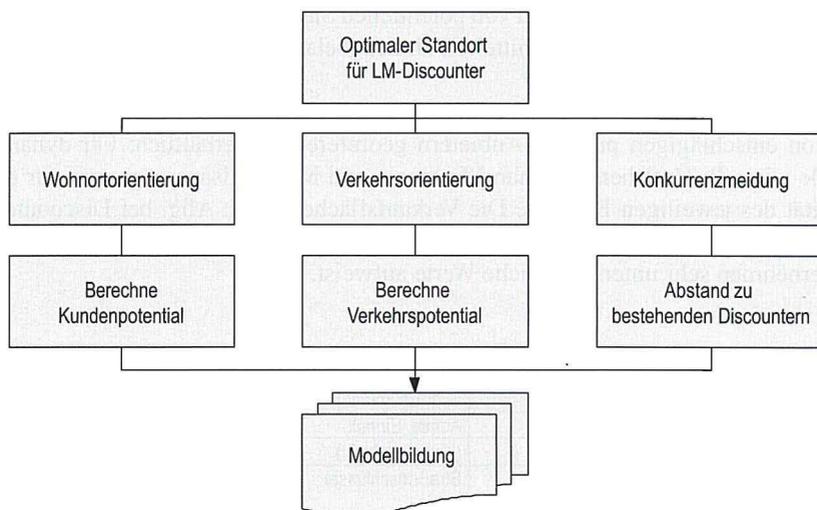
Aus den vorliegenden Stützpunkten der Bevölkerung wird mit Hilfe eines Interpolations-

verfahrens (IDW) eine Potentialoberfläche gebildet. Dabei begrenzen Barrieren die Einbeziehung der jeweiligen Stützpunkte für die Berechnung der einzelnen Rasterwerte. Da die Gesamtsumme aller Rasterwerte ein Vielfaches der Stadtbevölkerung ergibt, muss eine entsprechende Normierung der Werte vorgenommen werden. Diese kann entfallen, wenn im Zuge der Modellbildung ohnehin eine Reklassifizierung durchzuführen ist.

(2) Verkehrsorientiertes Kundenpotential

Es wird davon ausgegangen, dass ein 50 m tiefer Bereich beidseitig der Vorrangstraßen einen bevorzugten Standortraum darstellt. Ihr Attraktivitätsbeitrag bemisst sich nach der Verkehrsfrequenz. Auch hier wird eine Reklassifizierung durchgeführt.

Abb. 2: Ablaufdiagramm zur Lösung der Standortsuche für einen LM-Discounter



Quelle: Eigener Entwurf, Bearbeitung S. Fischer

(3) Konkurrenzmeidung

Die Konkurrenzmeidung kann im einfachsten Fall so interpretiert werden, dass ein möglichst großer Abstand zum nächsten Anbieter eingehalten werden soll. Ausgereiftere Ansätze berücksichtigen zusätzlich die potentiellen Kaufkraftflüsse je Standort, wie sie etwa mit dem Huff-Modell geschätzt werden können.

(4) Gewichtungsmodell

Die Zusammenführung der einzelnen Einflussfaktoren geschieht über ihre algebraische Verknüpfung unter Berücksichtigung von Gewichtungsfaktoren. Da die einzelnen Faktoren in unterschiedlichen Maßeinheiten vorliegen, müssen sie reskaliert werden. Diese Skalierung muss nicht unbedingt linear erfolgen. So unterstützt z.B. die Entfernungstole-

ranz von Kunden die Multiorientierung auf Einkaufszentren im Bereich von 20 Aufwandsminuten. Darüber hinaus erst nehmen genauere Vergleiche des erforderlichen zeitlichen Aufwands Einfluss auf die Einkaufsstättenwahl.

Als Verknüpfungsmodell wird hier gewählt:

$$S_g = A_1 * \text{Kundenpotential} + A_2 * \text{Verkehrspotential} + A_3 * \text{Konkurrenzmeidung}$$

mit: S_g : Eignung gesamt

A_i : Gewichtungsfaktoren ($A_1 + A_2 + A_3 = 1$) .

(5) Verifizierung der Ergebnisse

Die Verifizierung beinhaltet unter anderem die alternative Wahl von Gewichtungsfaktoren für die relevanten Einflussgrößen, um eine Bandbreite alternativer Suchräume zu erhalten, die Suche nach Fehlern im Analyseablauf sowie die Berechnung des Einzugsgebiets einschließlich des Kundenpotentials für potentielle Standorte (vgl. Beispiel 2). Letztere ergeben erste Hinweise, inwieweit die Unternehmenserwartungen an einen Einzelstandort erfüllt werden können.

Danach schließt sich die Suche nach einem geeigneten Grundstück, einem geeigneten Mietobjekt an, für die eine Mikroanalyse erstellt und die Gesamtkosten gegen den zu erwartenden Ertrag aufgerechnet werden.

(6) Umsetzung der Ergebnisse

Die erarbeiteten Alternativen werden unternehmensintern in einem zweistufigen Prozess untereinander und mit anderen Projekten verglichen, bevor dann ggf. die Umsetzung stattfindet.

4.2 Sortimentbildung und Marketing

4.2.1 Problemanalyse

Die Aufgabenbearbeitung der Sortiment- und Preisbildung sowie des Marketings muss die Kostenstruktur, die Konkurrenzsituation und das Nachfrageverhalten einbeziehen. Diese einzelnen Dimensionen haben jeweils sowohl eine räumliche als auch eine aräumliche Komponente. Damit wird eine GIS-Analyse immer nur einen Teilbeitrag unter Beachtung der unternehmerischen Zielsetzung (z.B. Gewinnmaximierung, Erhöhung des Marktanteils etc.) liefern können.

Wesentliche Ansätze für eine räumliche Analyse sind:

- Marktsegmentierung
- Nachfragedifferenzierung
- eigene Marktpositionierung

Die **Marktsegmentierung** beginnt mit der Aufteilung des Gesamtmarktes in Kun-

den Gruppen mit gleichem oder ähnlichem Nachfrageverhalten. Danach werden die Gruppen entsprechend ihres Nachfragevolumens bzgl. der angebotenen Produkte analysiert. Hierzu berücksichtigt eine weitergehende Charakterisierung sozio-demographische Merkmale. Die Verortung dieser Gruppen benutzt die angebotenen kleinräumigen soziodemographischen Bevölkerungscharakterisierungen, welche unter der Annahme einer entsprechenden Segregation der Haushalte erzeugt werden. In Verbindung mit der gruppen- und sortimentspezifischen Kaufkraft erhält man dann auch das entsprechende Kundenpotential.

Die **Nachfragedifferenzierung** kann sowohl aus der Sortimentperspektive als auch aus der Sicht der Betriebsformen- und Einkaufsstättenwahl betrachtet werden. Um hierzu Aussagen treffen zu können, müssen die entsprechenden Anbieter des Sortiments bekannt sein. Die benötigten Informationen sind aus sortimentspezifischen Untersuchungen des Kundenverhaltens und aus der im Marktgebiet vorherrschenden Wettbewerbssituation zu gewinnen.

Aussagen über das zukünftige Marketing setzen Klarheit über die eigene **Marktposition** voraus. Diese kann gewonnen werden aus

- der Analyse des eigenen Absatzgebietes. Hierzu wird das Einzugsgebiet abgegrenzt und dessen Kundenstruktur analysiert;
- der Ermittlung des standortspezifischen Kundenpotentials, in dessen Ermittlung die Marktsegmentierung und Nachfragedifferenzierung eingehen und
- der Gegenüberstellung von Kundenbestand und standortspezifischem Kundenpotential.

4.2.2 Teilziele

Die bisherige Diskussion spiegelt sich in der Formulierung folgender Teilziele wider:

1. Abgrenzung des Markt- und Einzugsgebiets

Grundlage für die Überprüfung von Sortiment und Marketing ist aus raumbezogener Sicht die Kenntnis des maximal möglichen Absatzgebietes und des eigenen Einzugsgebiets. Für die Abgrenzung müssen bei beiden Kriterien festgelegt werden, welche einerseits realistisch sind, andererseits den Unternehmenszielen entsprechen. Mit dieser Aussage verbunden ist auch, dass eine solche Abgrenzung nicht allgemein verbindlich vorgenommen werden kann.

Beschränkt man sich auf das Einzugsgebiet, dann ist es üblich, ausgehend von betriebsinternen Informationen über die Herkunft und ggf. das Nachfrageverhalten der Kunden zu fordern, dass innerhalb des abzugrenzenden Gebiets ein entsprechender Kunden- oder Umsatzanteil erzielt wird. Weitere Differenzierungen nach Kern- und Ergänzungsgebiet erleichtern spätere Marketingentscheidungen wie etwa den Einsatz von Werbemitteln.

Als Datensätze werden sowohl interne Informationen (etwa eine POS-Messung) als auch externe Regionalisierungen (z.B. verortete Adressdateien, PLZ-Gebiete oder administrative Gebietsgliederungen) benötigt.

2. Analyse des Marktgebiets

Auf der Basis der Untersuchung einschlägigen Konsumentenverhaltens sind die relevanten soziodemographischen Merkmale bekannt. Dies vorausgesetzt, kann das Marktgebiet nach dem Auftreten entsprechender Bevölkerungsgruppen und deren Kaufkraft untersucht werden. Die kleinräumige Analyse der Wohnbevölkerung nach Konsumentengruppen ließe sich hierzu heranziehen. Weniger aufwändig wäre, vorliegende soziodemographische Kennzeichen der Wohnbevölkerung in hinreichender regionaler Differenzierung zu analysieren und für die ermittelten Nachfragegruppen die sortimentspezifische Kaufkraft zu bestimmen.

3. Ermittlung der Marktposition

Zunächst ist eine Analyse der Wettbewerbssituation vorzunehmen. Hierzu bedarf es der Kenntnis der Mitbewerber und deren Marktgewichts (Attraktivität) sowie ihrer Standorte. Danach wird man einen Modellansatz wählen, der räumliche Verteilung und Attraktivität der Wettbewerber kombiniert und für das kleinräumig ermittelte Kundenpotential Richtung und Stärke der Einkaufsstättenwahl schätzt. Auf dieser Basis lassen sich dann die tatsächlichen mit den theoretisch ermittelten Kunden- oder Kaufkraftströmen vergleichen und so ggf. Stärken und Schwächen herausarbeiten.

4.2.3 Datensätze

Der Datenbestand für diesen Analysetyp gliedert sich in einen betriebsinternen und einen externen Teil. Erster besteht aus Kundendaten, deren räumliche Differenzierung je nach Ermittlung von adressgenau (z.B. Kundendatei) bis Postleitzahlgebiet (POS-Erhebung) reicht. Die extern bezogenen Daten behandeln u.a. Wettbewerberprofile (Angebot, Leistungskennziffern, Kundenstruktur, Reichweitenmessungen), Kundentypisierungen und Nachfragekennziffern (sortimentspezifische Kaufkraft) für bestimmte Branchen. Hinzu kommt die sozioökonomische Aufbereitung des Marktgebiets mit Differenzierungen bis auf Blockseite und/oder Gruppen zu 5 Haushalten.

Besondere Aufmerksamkeit ist dem Graphen für die Straßenverbindungen zu widmen. Hier kann eine schlechte Qualität gerade bei stark von Barrieren durchzogenen Marktgebieten zu Verzerrungen bei der Bestimmung von Erreichbarkeit und den Kosten der Distanzüberwindung führen.

Das hier bearbeitete Beispiel mit fiktiver Angebotsstruktur behandelt den Bedarf von Schulmaterialien für Gymnasiasten. Vereinfachend wird angenommen, dass das Marktgebiet deckungsgleich mit jenem der Stadt Regensburg ist und eine interne POS-Datei eines Anbieters mit adressgenauen Daten vorliegt. Gesucht wird eine Marketingstrategie, bei der besonders Hinweise zur Ausschöpfung des Marktpotentials im Vordergrund stehen. Diese so skizzierte Ausgangslage reizt das beschriebene Datenangebot nicht aus, beschränkt sich vielmehr wegen seines exemplarischen Charakters auf wenige Datensätze (vgl. Tabelle 12).

Tab. 12: Benötigte Datensätze mit Raumbezug (Abbildungsmodell)

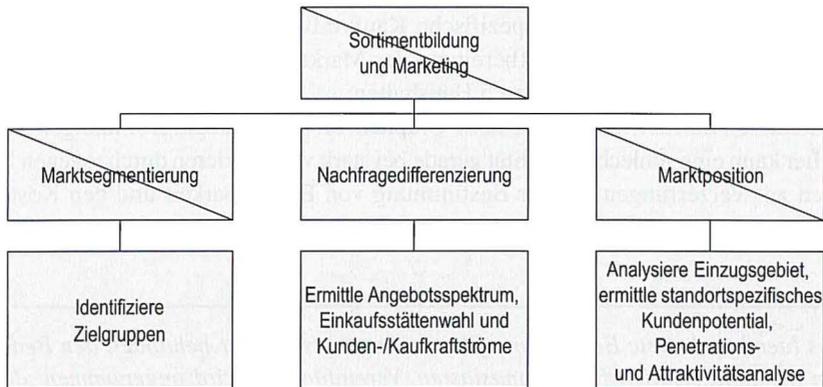
	Inhalt	Geometrie	Schlüsselnummer	Sachdaten
MS ₁	Wohnbevölkerung	Punkt	Admin. Einheit	Demographie
MS ₂	Kaufkraft	Polygon	Admin. Einheit	Sortiment
MS ₃	Kundenverteilung	Punkt	Adress-Schlüssel	Kennziffern der Kundenbeziehung
N ₁	Straßennetz	Linie	Straßenschlüssel	Hierarchiestufe, Distanz des einzelnen Segments, Reisezeit, Verkehrsregelung, Verkehrsbelastung
N ₂	Mitbewerber	Punkt	Betriebsschlüssel	Sortiment, Attraktivität
MP ₁	<Einzugsgebiet>	Polygon		
MP ₂	<Standortspez. Kundenpotential>	Punkt		
MP ₃	Kunden	Punkt	Adress-Schlüssel	Kennziffern der Kundenbeziehung

< > Ergebnisse aus vorangegangenen Analyseschritten

4.2.4 GIS-Analyse

Das angestrebte Ergebnis zur zukünftigen Sortiment- und Marketinggestaltung lässt sich nicht allein über die GIS-Funktionalitäten gewinnen. Aber GIS-basierte Teilergebnisse liefern die Datengrundlage für GIS-externe Modellberechnungen, deren Resultate wiederum Eingang in die weiteren GIS-Analyseschritte finden. Weiterhin sind die formulierten Teilziele nicht parallel, sondern nacheinander zu erarbeiten. Abbildung 3 gibt die Sequenz der zu durchlaufenden Operationen wieder. Diese ist gegenüber der Formulierung der Teilziele leicht abgewandelt und entspricht der Problemformulierung.

Abb. 3: Ablaufdiagramm zum Auffinden der Marketingstrategie



Quelle: Eigener Entwurf; Bearbeitung S. Fischer

(1) Marktsegmentierung (vgl. Abb. 4)

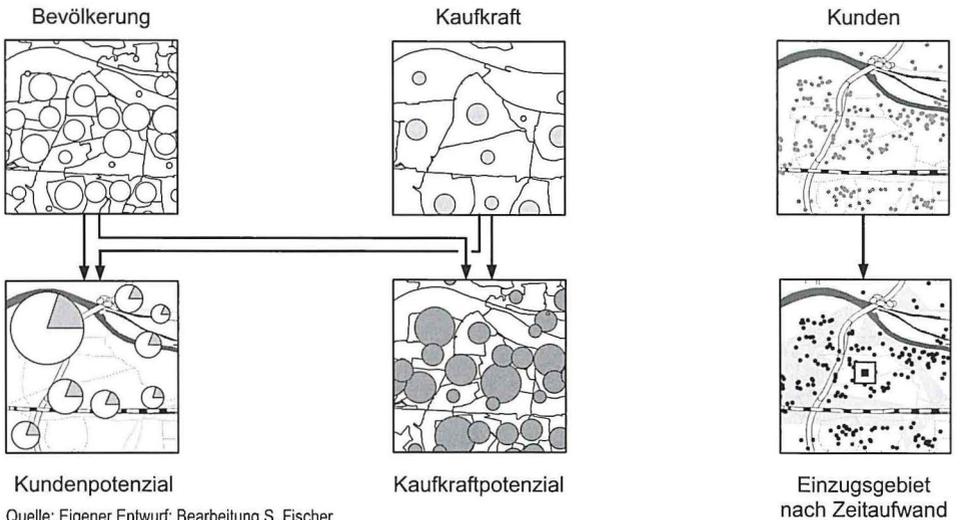
Die Festlegung des Marktgebiets ist bereits in der Aufgabenstellung vorgenommen worden. Innerhalb des Marktgebiets wird davon ausgegangen, dass soziodemographisch ähnlich strukturierte Bevölkerungsteile räumlich segregiert verortet sind. Diese Annahme bildet näherungsweise die Einteilung des Marktgebiets in Blockgruppen als Zusammenfas-

sung von Blöcken mit homogener Bausubstanz ab. Die Zielgruppe lässt sich in zwei Analyseschritten identifizieren. Zunächst wird die Teilmenge der 10–20-Jährigen aus der Blockgruppenbevölkerung selektiert. Daraus ist die Anzahl der Gymnasiasten zu schätzen, welche lediglich für die Gesamtstadt verfügbar ist. Je nach Aufwand der Analyse können hierzu weitere Indikatoren zur sozio-demographischen Struktur herangezogen werden. Damit ist das Kundenpotential ermittelt.

Die Bildung des Kaufkraftpotentials hat die Schwierigkeit zu überwinden, dass die dazu benötigte sortimentspezifische Kaufkraft in völlig anderen Gebietseinheiten vorliegt (hier: Versorgungsgebiete). Das Problem lässt sich über die GIS-Funktionalität „join by location“ lösen. Zunächst wird je Blockgruppenpolygon der entsprechende Mittelpunkt erzeugt und daran die Attributtabelle des Blockgruppenpolygons angefügt. Danach ordnet man die sortimentspezifische Kaufkraft pro Kopf der Bevölkerung des umgebenden Versorgungsgebietes zu. Die Multiplikation dieses Wertes mit der Blockgruppenbevölkerung ergibt das Kaufkraftpotential.

Die Bestimmung des Einzugsgebietes setzt eine problem- und zielgruppengerechte Definition voraus. In diesem Fall ist für den größten Teil des Kundenpotentials eine Mobilitätsbeschränkung anzunehmen, die sich in der Festlegung von Zeitzonen der Erreichbarkeit des Einkaufsstandorts als Grenzbildner niederschlägt. Die Bildung beruht auf der Zeitgewichtung der Kanten des Straßengraphen und des Algorithmus zum Auffinden der kürzesten Wege. In dem abgegrenzten Kerngebiet liegen 75 % der ermittelten Kunden (Aufwandszone ca. 5 Min. PKW-Fahrzeit).

Abb. 4: Marktsegmentierung: Übergang vom Abbildungs- zum Prozessmodell



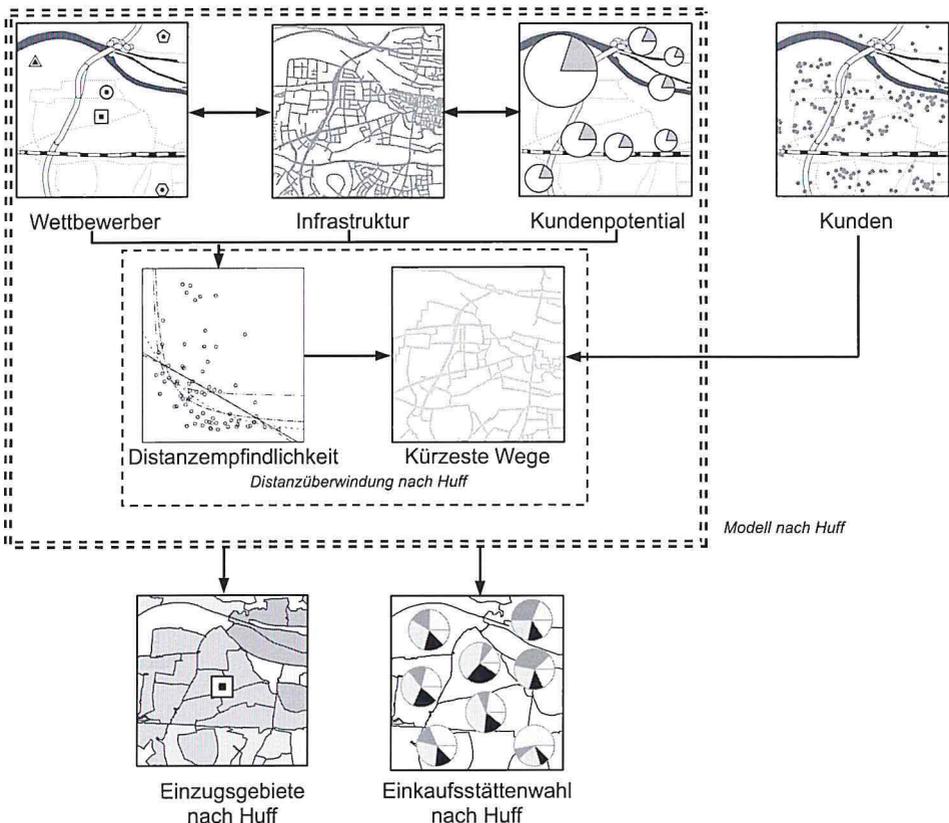
(2) Nachfragedifferenzierung (vgl. Abb. 5)

Die Nachfragedifferenzierung wird hier als Differenzierung des Kundenpotentials nach der Einkaufsstättenwahl im Wettbewerbsraum definiert. Während die vorhergehende Teilanalyse allein über GIS-Funktionalitäten und Tabellenkalkulation im GIS durchzuführen

ist, beruht die Bestimmung der Einkaufsstättenwahl etwa mit Hilfe von Huff je nach eingesetzter Software auch auf der Integration extern gewonnener Teilergebnisse. Das Abbildungsmodell enthält bereits die Wettbewerber (Senken) und das zuvor ermittelte Kundenpotential (Quellen) als Punkthemen. Die Verbindung zwischen Quellen und Senken wird über die Infrastruktur hergestellt. Innerhalb des GIS können kürzeste Wege berechnet und damit eine Entfernungsmatrix erzeugt werden.

Bezieht man die mit einer POS-Messung erhaltenen Kundenwohnstandorte auf das Kundenpotential, lässt sich die Intensität der Kundenbindung für den betrachteten Einkaufsstandort ermitteln und über eine Regression in Abhängigkeit von dem jeweiligen Entfernungsaufwand ein Distanzexponent schätzen. Für die Wettbewerber ist ein Attraktivitätsmaß bekannt (Verkaufsfläche, Kunden je Zeiteinheit, Umsatz je Kunde etc.), so dass damit alle Eingabegrößen und Parameter für die Berechnung der wahrscheinlichen Einkaufsstättenwahl je Quelle und Senke vorliegen. Die Ergebnisse sind über eine Typisierung der Blockgruppen nach vorherrschender Orientierung bzw. über die Angabe der potentiellen Kunden der Wettbewerber je Blockgruppe visualisiert (vgl. Abb. 5)

Abb. 5: Nachfragedifferenzierung: Übergang vom Abbildungs- zum Prozessmodell



Quelle: Eigener Entwurf; Bearbeitung S. Fischer

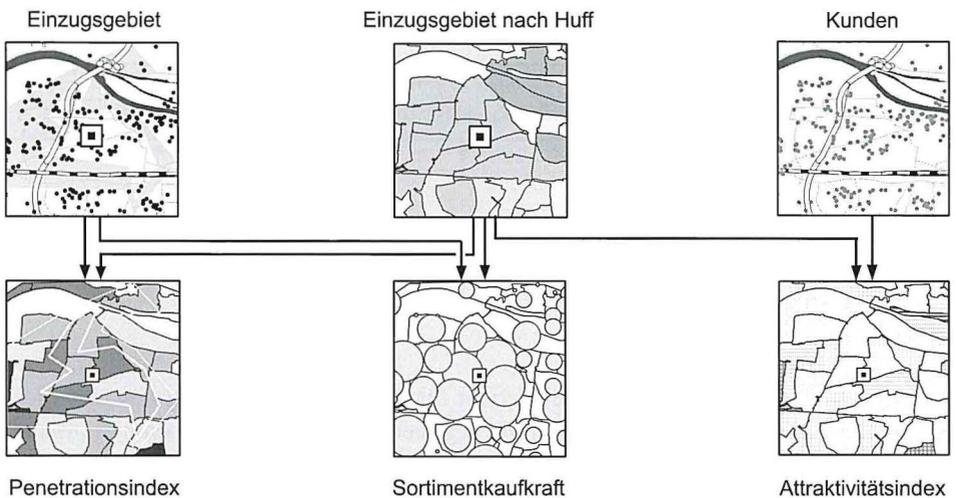
(3) Marktposition (vgl. Abb. 6)

Der letzte Analyseschritt baut auf den Ergebnissen der beiden vorhergehenden auf. So wird auf das Einzugsgebiet und das standortspezifische Kundenpotential zurückgegriffen (z.B. jene Kunden, welche sich zur untersuchten Einkaufsstätte orientieren würden). Zusammen mit den bereits bekannten Kundenwohnstandorten aus der POS-Messung bilden diese drei Themen das Abbildungsmodell. Die Marktposition ist wiederum vielschichtig und wird hier über drei Indizes bzw. Größen zu beschreiben versucht:

1. der Durchdringungsgrad (Penetrationsindex) als Anteil der gemessenen Kunden je Kundenpotential im Einzugsgebiet,
2. die Sortimentkaufkraft im Einzugsgebiet. Sie wird ermittelt durch Verschneidung des standortspezifischen Kundenpotentials mit dem Einzugsgebiet und Aufsummieren der dort verorteten Kaufkraft,
3. der Attraktivitätsindex als Differenz der auf den Einkaufsstandort fixierten Kunden abzgl. der mit Huff vorausgesagten Kunden des Kundenpotentials, bezogen auf den nach Huff auf den Einkaufsstandort orientierten Teil des Kundenpotentials in Prozent.

Zusammenfassend lassen sich aus diesen GIS-basierten Indizes bzw. Größen regionale Stärken und Schwächen ablesen, Potentiale feststellen und damit auch Anhaltspunkte für eine künftige Marketingstrategie gewinnen.

Abb. 6: Marktposition: Übergang vom Abbildungs- zum Prozessmodell



Quelle: Eigener Entwurf; Bearbeitung S. Fischer

4.2.5 Verifizierung und Umsetzung der Ergebnisse

Die Verifizierung der Ergebnisse lässt sich unternehmensintern anhand der realen Verkaufs- und Umsatzzahlen durchführen. Die Umsetzung reicht vom zielgerichteten Werbeinsatz bis zur Anpassung der Handlungsparameter (z.B. Sortiment).

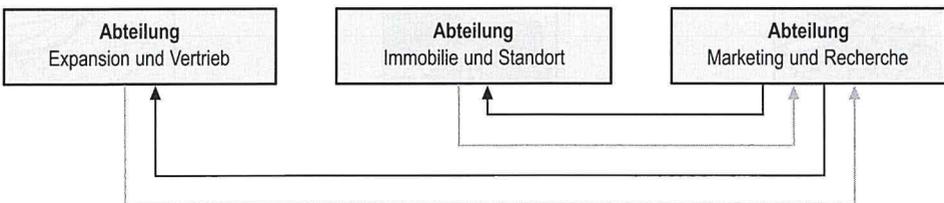
5 Einsatz von GIS in Einzelhandelsunternehmen

Abschließend soll der Einsatz von GIS in Einzelhandelsunternehmen skizziert werden. Entsprechende Recherchen haben gezeigt, dass die Aufgeschlossenheit gegenüber dieser Methode von völliger Ablehnung über vorsichtige Akzeptanz bis hin zur Integration in ein standardisiertes Projektbewertungsverfahren reicht. Selbst in letzterem Fall neigt man aber dazu, die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen als Wettbewerbsvorteil und damit intern zu behandeln und keine detaillierten Ausführungen nach außen zu geben. Insofern stützen sich die nachfolgenden Ausführungen auf Experteninterviews mit Mitarbeitern von drei national und international tätigen Einzelhandelsunternehmen aus den Branchengruppen Nahrungs- und Genussmittel, Drogerie-/Parfümerie, Elektro sowie Heimwerker. Aus Datenschutzgründen wird auf jegliche Quellennennung verzichtet.

5.1 Aufgabenstellung für den GIS-Einsatz

Zum Verständnis der Aufgabenstellung ist es wichtig, die interne Struktur von Einzelhandelsunternehmen soweit zu betrachten, wie sie für den GIS-Einsatz wichtig ist (vgl. Abb. 7).

Abb. 7: GIS-relevante Unternehmensstruktur



Quelle: Eigener Entwurf; Bearbeitung S. Fischer

Die Abteilung Expansion und Vertrieb ist für die Gesamtdarstellung des Unternehmens im nationalen und internationalen Marktgebiet verantwortlich und denkt in strategischen Dimensionen. Die Abteilung Immobilie und Standort hat die regionale Standortentwicklung und -bewertung zur Aufgabe und muss deshalb in größeren Maßstäben agieren. Die Abteilung Marketing und Recherche ist für die Marktbeobachtung zuständig und analysiert sowohl die groß- und kleinräumige Entwicklung in der Aufgabenumwelt des Unternehmens als auch in der generellen Umwelt. Die Abteilungen 'Expansion und Vertrieb' und 'Immobilie und Standort' können Informationen von der Abteilung Marketing und Recherche anfordern. Sie liefern aber auch im Gegenzug betriebsinterne und -externe Informationen, welche bei ihrer Arbeit anfallen.

Entsprechend der unternehmensinternen Aufgabenteilung wird ein GIS-Einsatz zwei Zielen dienen. Das erste Ziel ist die Unterstützung bei der Beurteilung von Einzelstandorten (Standortsuche, Standortplanung und –beurteilung, Standortmonitoring). Das zweite Ziel liegt im Einsatz für die strategische Planung entsprechend der Unternehmenszielsetzung mit den Schwerpunkten Expansion, Konkurrenzbeurteilung, Kannibalisierung. Diese Zielsetzungen beeinflussen sowohl die Geschlossenheit und Funktionalität der GIS-Konzeption als auch die Intensität und Qualität ihrer Nutzung

Das Anwenderprofil bei der Beurteilung von Einzelstandorten ist charakterisiert als Nutzung eines raumbezogenen, interaktiven Informationssystems zur Lösungsunterstützung weitgehend standardisierter Problemstellungen. Dies schlägt sich nieder in einer stärkeren Standardisierung von Datenerfassung, -verwaltung und -präsentation und einer nachrangigen Analysefunktion. Sie wird für einen zweistufigen Entscheidungsprozess benötigt, der eine erste Bewertung und Antragstellung für einen neuen Standort durch Außendienstmitarbeiter vor Ort vorsieht, welche dann eine nachgelagerte Prüfungs- und Entscheidungsphase im Unternehmen selbst durchläuft.

Dagegen ist die Nutzung im Rahmen der strategischen Planung nicht eindeutig festgelegt. So müssen die übergeordneten gesamtunternehmerischen Ziele in Abhängigkeit von der internen Unternehmensentwicklung, den Einflüssen der Aufgabenumwelt (insbesondere auch der Konkurrenzentwicklung) und der rahmensetzenden Entwicklung der Umwelt (Wirtschaft, Gesellschaft) nachjustiert werden. Weiterhin benötigen umfassende Fragestellungen mehr als nur GIS-Funktionalitäten. Eine Integration der vorwiegend herangezogenen statistischen, ökonomischen und Datenbankfunktionen in ein GIS-System wäre zu komplex und ggf. auch zu starr.

5.2 Prinzipien für den Aufbau des Informationssystems

Die methodisch-technische Umsetzung beachtet drei durchgängige Prinzipien für den Aufbau des unternehmensinternen GIS-gestützten Informationssystems:

1. einheitliche Datenhaltung für alle raumbezogenen Informationen,
2. Eigenentwicklung zusammen mit externen Partnern,
3. Datenworkflow im System integriert.

1. Einheitliche Datenhaltung

Ein Informationssystem mit Einsatz in einem national tätigen Konzern, dessen Vertriebspalette mehrere Betriebsformen in den Branchengruppen Nahrungs- und Genussmittel, Drogerie/Parfümerie sowie im Heimwerkerbereich umfasst, bedarf einer umfangreichen Datenhaltung. Diese speist sich aus internen und externen Quellen. Damit kommt der Konsistenz der Datenhaltung (Standardisierung der Eingabemasken, logische Überprüfung der Eingaben, einheitliche Verwaltungs- und Präsentationsfunktionen), die gleichzeitige Eingaben und Abfragen toleriert, ein wichtiger Stellenwert zu. Dies wird durch das Vorhalten des Datenbestands auf einem zentralen Server garantiert. Gleichzeitig

erleichtert dies die periodische Einpflegung aktualisierter Datensätze aus externen Quellen.

2. Eigenentwicklung

Die Kombination von zentral vorgehaltener standardisierter Information und firmeninterner objektbezogener Erfassung der Betriebsleiter und Außendienstmitarbeiter ergeben zusammen einen sich ständig vergrößernden Erfahrungsschatz, der über die Datenbankfunktion zum „lernenden System“ wird. Dieses wird dann optimal in Wert gesetzt, wenn auf einer Standard-Plattform mit GIS-Funktionalitäten Eigenentwicklungen möglich sind. Diese umfassen sowohl Eingabemasken als auch Java-Applets für die dezentrale Nutzung der Datenbank. Die Eigenentwicklung stützt sich auch auf Kooperationen mit externen Forschungsinstituten und Hochschulen.

3. Datenworkflow

Die Speicherung der dem System über die externen Abteilungen zugeführten sowie von diesen für eine bestimmte Aufgabenstellung abgerufenen Information im System selbst sichert nicht nur seine Vollständigkeit. Sie ermöglicht auch in gewissem Umfang eine Selbstkontrolle seiner Effizienz. So lassen sich früher getroffene Entscheidungen bzgl. eines Objekts aus der Perspektive der später erfolgten ökonomischen Entwicklung nachvollziehen.

5.3. Problemanalyse

Die nachfolgenden Überlegungen gelten vorrangig für die standardisierte Benutzung als Informationssystem zur Standortanalyse. Da hierbei vergleichsweise wenig Automatismen bei der Datenverarbeitung greifen, tritt die Gliederung des GIS-Aufbaus in einzelne Teilziele in den Hintergrund. Die wesentlichen Informationsbausteine lassen sich aus den üblichen Anforderungen für eine Objektbeurteilung und -bewertung konstruieren. Eine Auswahl gibt Tabelle 13.

Tab. 13: Panel (Auswahl) für Standortanalyse

Objekteigenschaften	Ökonomische Tragfähigkeit	Standorteigenschaft
Beschaffungsfaktoren	Absatzfaktoren	
Grundstückspreis Miethöhe Kaufpreis	Kundenpotential Konkurrenz Eigene Märkte	Logistische Anbindung
Fläche Personalkosten	Erreichbarkeit	Gesetzliche Auflagen
Investitionskosten Laufende Unterhaltungskosten		

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Um diese Informationswünsche zu befriedigen, sind für den GIS-Aufbau erhebliche Investitionen in externe Datenbeschaffung und deren Laufendhaltung zu tätigen. Tabelle 14 zeigt wiederum nur eine Auswahl.

Tab. 14: Datenbeschaffung/Laufendhaltung (Auswahl)

Bausteine GIS	Anforderungen	Datenmodell	Realisierung
Geometrie	Geocodierung von Einzeladressen Straßenanbindung / Zeitzonen Visualisierung eines gewohnten Kartenbilds, von Landmarken	Hybrides System (Vektor und Raster)	Teleatlas und CartoTravel
Sachdaten	Nachfrage Bevölkerungsdaten Soziodemographie Kaufkraft	Administrative Gliederung sowie kleinste Einheit Blockseite	GfK Regionalforschung
	Angebot Einzelhandelsbestand in bestimmten Branchen und Betriebsformen	Adressgenaue Angaben mit Zusatzinformationen	M&M EuroData (Trade Dimension)

Quelle: Eigene Zusammenstellung

5.4 Anforderungen an das Informationssystem

Die Anforderungen für

1. die Standortplanung/-bewertung ergeben sich aus der leichten Bedienbarkeit und der Erfordernis des dezentralen Zugriffs. Sie werden erfüllt durch die Netzfähigkeit des Systems, die Integration des Workflows (Dokumente mit allen Bestandteilen wie Karte und Report im PDF-Format).
2. die strategische Planung ergeben sich aus den Beurteilungs- und Entwicklungskriterien des Gesamtsystems. Hier stehen die Erfordernis der Visualisierung raumbezogener Ergebnisse (Übersichtskarten) und spezielle Analysefunktionen (z.B. für Kannibalisierung Entfernungszonen) im Vordergrund. Für spezielle Anfragen werden auch individuelle Lösungen erarbeitet.

5.5 Erfolgskontrolle

Eine Erfolgskontrolle ist schwer zu führen. Ersatzweise können die erreichten Standards für die Standortentscheidung und -bewertung angegeben werden. So wird eine hohe Transparenz erzielt. Außerdem zeigt die intensive Nutzung der Systemleistungen durch die Außendienstmitarbeiter auch einen steigenden Bedarf, aber auch den Erfolg der unternehmensinternen Verpflichtung zur Nutzung. Dieser hat die Zeit für die individuelle Datenbeschaffung vor Ort erheblich verkürzt. Außerdem ergeben sich Vorteile für alle Nutzer durch die zentrale Informationsvorhaltung auf einem zentralen Server und die laufenden Informationseinspeisungen führen zu einer dynamischen Verbesserung des Informationssystems („learning system“).

5.6 Zukünftige Entwicklung

Als wesentliche Voraussetzung für einen intensiveren GIS-Einsatz wird eine Vernetzung der GIS-Lösungen für unterschiedliche Unternehmensteile gefordert, z.B. für den Handel und die Logistik. Dem steht entgegen, dass ab einer bestimmten Unternehmensgröße die einzelnen Abteilungen partikuläre Anwenderlösungen einsetzen.

6 Literatur

- BILL, R.; FRITSCH, D. (1994²): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1 Hardware, Software und Daten. Heidelberg.
- BORSODORF, AXEL (1999): Der „Wandel im Handel“. Die Innsbrucker Konzeption eines ‚trade-monitoring‘-Systems. In: Die Erde 130, S. 67-79.
- ESRI (Hrsg.) (2002): Using ArcGIS Spatial Analyst. Redlands CA.
- FALLY, M., STROBL, J. (Hrsg.) (2000): Business Geographics. GIS in der Wirtschaft. Heidelberg.
- FISCHER, S. (2005): unveröffentlichtes Methodenskript zu ArcGIS, Regensburg.
- GHOSH, AVIJIT, McLAFFERTY, SARA L. (1987): Location Strategies for Retail and Service Firms. Lexington.
- GRAUL, C. (2000): Geomarketing – ein effizientes Werkzeug zur Unterstützung des Marketings und des strategischen Managements. Aus: Fally, M.; Strobl, J. (Hrsg.): Business Geographics. GIS in der Wirtschaft. Heidelberg, S. 11-31.
- KLEIN, KURT E. (1995): Die Raumwirksamkeit des Betriebsformenwandels im Einzelhandel. Untersucht an Beispielen aus Darmstadt, Oldenburg und Regensburg. Regensburg 1995.
- KLEIN, R. (1992): Dezentrale Grundversorgung im ländlichen Raum. Interaktionsmodelle zur Abschätzung von Nachfragepotentialen im Einzelhandel. Osnabrück (= Osnabrücker Studien zur Geographie, 12).
- LANGE, NORBERT DE (2002): Geoinformatik in Theorie und Praxis. Berlin.
- LÖFFLER, G. (1999): Marktgebiet und Einzugsbereich. Mathematisch-statistische Modellansätze zu ihrer Abgrenzung. In: Heinritz, G. (Hrsg.): Die Analyse von Standorten und Einzugsbereichen. Methodische Grundfragen der geographischen Handelsforschung. Passau, S. 45-64. (= Geographische Handelsforschung, 2).
- MARTIN, CHRISTIANE (2005): GIS hält Einzug in die Bäckerbranche. Geomarketing in mittelständischen Unternehmen. In: Geobit, Heft 9, S. 30-31.
- NATTENBERG, OLAF (2002): Geomarketing und GIS. In GR 54, Heft 2, S. 41-46.
- RAUH, J., HESSE, R. (2002): Agentenbasiertes geographisches Informations- und Simulationssystem als Werkzeug zur Shopping-Center-Planung. In: Geo-Informationssysteme 12, S. 10-15.
- SCHÜSSLER, FRANK (2000): Geomarketing. Anwendungen Geographischer Informationssysteme im Einzelhandel. Marburg.
- SEYFFERT, R. (1972): Wirtschaftslehre des Handels. Opladen 1972⁵.

TIMMERMANS, H., WAERDEN, P. VAN DER (1991): Store Performance, Pedestrian Movement and Parking Facilities. Aus: Heinritz, Günter (Hrsg.): The attraction of retail locations. IGU-Symposium 5.–8. August 1991. Vol. 1. Kallmünz, S. 75–90. (= MGH, Heft 69).

WRIGLEY, NEIL (1988): Store choice, store location and market analysis. London.

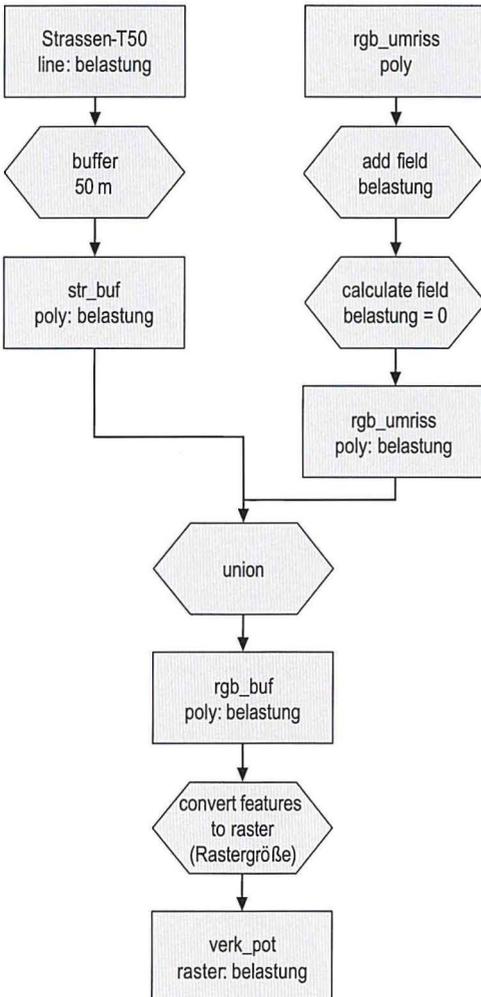
Anhang

Flußdiagramme für Anwendungsbeispiel 4.1 Standortsuche LM-Discounter

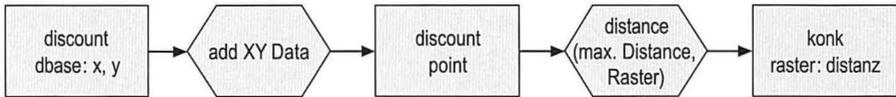
Wohnorientierung



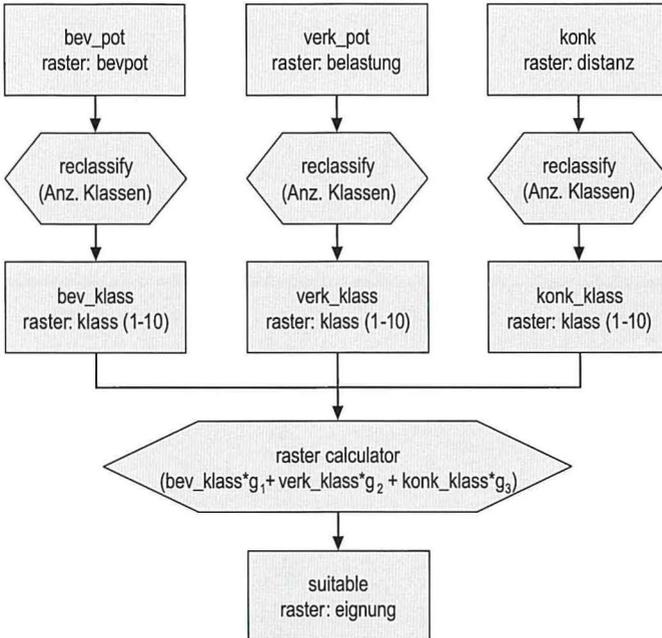
Verkehrsorientierung



Konkurrenzmeidung



Modellbildung



Quelle: Eigener Entwurf nach Fischer, S. (2005); Bearbeitung S. Fischer

Mikrogeographische Routing- und Marktpotenzialanalysen zur Unterstützung von Standortentscheidungen im Einzelhandel

Jörg Scharfenberger, Eppelheim

1 Einleitung

Standortplanung ist als betrieblicher Entscheidungsprozess zur Ermittlung des optimalen Standorts definiert. In Theorie und Praxis wird der herausragende Einfluss von Standortentscheidungen im Einzelhandel in gleicher Weise akzentuiert (HEINRITZ/KLEIN/POPP 2003, S. 67 ff.). Vielfältige Veränderungen der vergangenen Jahrzehnte, insbesondere die Vergrößerung der Verkaufsflächen, lassen den Entscheidungsprozess für Einzelhandelsstandorte immer schwieriger und bedeutender werden. Dies wird durch die Langfristigkeit der durch diesen Prozess getroffenen Entscheidung noch verstärkt.

Die ansteigende Komplexität des Entscheidungsprozesses lässt die herkömmlichen, teilweise auf Intuition und gutem Gefühl beruhenden Standortbewertungsmethoden zunehmend streitbarer erscheinen (CLARKE 1999, S. 29). Auf Standortkonstrukten oder -faktoren basierende Vorgehensweisen können nur schlecht exakte Umweltbedingungen beschreiben oder diese gar in greifbaren Größen abbilden. Außerdem lässt sich damit das Potenzial mehrerer Standortalternativen nicht ohne weiteres miteinander vergleichen. Demzufolge galt nach ОЕНМЕ (1992, S. 83) die Anwendung mathematisch-statistischer Darstellungen im Bereich der Standortanalyse als unzureichende Methode.

Im Folgenden wird ausdrücklich vermieden, eine auf Standortfaktoren basierende Standortanalyse durchzuführen. Es wird auch bewusst vermieden, einen Standortfaktorenkatalog zu erstellen. Die Gründe dafür sind in den vielschichtigen Interdependenzen zu sehen, die zwischen den einzelnen Standortkonstrukten und deren Faktorausprägungen bestehen. Diese sind weder in einem Standortfaktorenkatalog darstellbar noch können sie zu einer objektiven Vergleichbarkeit des Potenzials einzelner Standorte beitragen.

Liegen hingegen sehr kleinräumig bezogene Daten vor (mikrogeographische Ebene), lässt sich unter Anwendung aktueller GIS-Software das Einzugsgebiet eines jeden geplanten oder bereits bestehenden Standorts relativ genau berechnen und in einem weiteren Schritt mit sozioökonomischen Daten in Beziehung setzen. Somit kann unter anderem die im Einzugsbereich potenziell vorliegende einzelhandelsrelevante Kaufkraft bestimmt werden. Das Potenzial mehrerer untersuchter Standortalternativen lässt sich dadurch leicht gegenüberstellen.

Die Anwendung von Routing- und Marktpotenzialanalysen stellt eine der Möglichkeiten dar, beim Prozess der Standortplanung die Entscheidung für eine Standortalternative

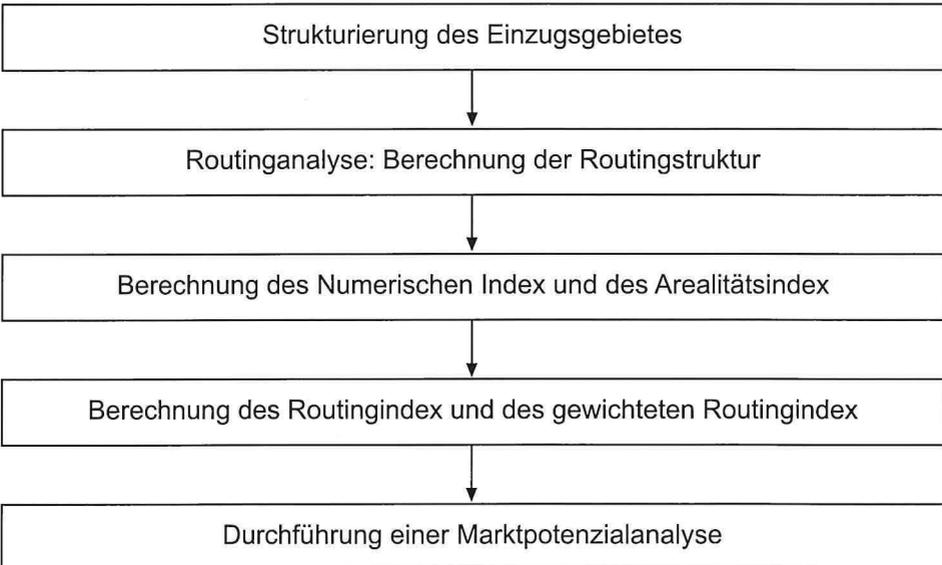
zu untermauern. Dieser Prozess soll im Folgenden zuerst ausführlich allgemein und anschließend beispielhaft für drei fiktive Standortalternativen durchgeführt und verdeutlicht werden. Das Ergebnis wird im Anschluss daran durch eine Marktpotenzialanalyse ergänzt. Vorab sollen die wichtigsten Begriffe zur Standortanalyse erläutert und ein allgemeiner Überblick über den Prozess der Standortanalyse gegeben werden.

2 Der Prozess der Standortanalyse

Insbesondere bei großflächigen Anbietern zählen Entscheidungen über den Standort zu den wichtigsten Erfolgsfaktoren, da mit der Wahl des Standorts die Entfernung zu den Konsumenten langfristig festgelegt wird. Das damit verbundene Konstrukt der „Erreichbarkeit“ zählt bei den Konsumenten zu den bedeutendsten Auswahlkriterien für die Wahl einer Einkaufsstätte (MÜLLER-HAGEDORN 2003, S. 410).

In der Praxis wird der Prozess der Standortanalyse in eine Mikro- und eine Makroanalyse untergliedert (BIENERT 1996, S. 115). Hier wird auf die Mikroanalyse mit der Berechnung des Einzugsbereichs und der punktuellen Standortanalyse eingegangen. Da der „optimale Standort“ aufgrund begrenzter Flächenverfügbarkeit erfahrungsgemäß nur theoretisch möglich ist, formen die Standortfaktoren vielmehr ein Gerüst an Grundvoraussetzungen, die eine vorliegende Standortalternative erfüllen muss. Als Gesamtergebnis betrachtet beschreiben diese das Potenzial einer Standortalternative. Die Anwendung ange-

Abb. 1: Vorgehensweise bei einer Standortanalyse



Quelle: Eigene Darstellung

botsorientierter Standortkonstrukte wie Erreichbarkeit/Verkehr, Raum und Konkurrenz sind für eine Gesamtoptimierung durch eine Absatzorientierung zu ergänzen, da kostenorientierte Einflussfaktoren unter heutigen Gesichtspunkten nur noch eine untergeordnete Rolle spielen (MÜLLER-HAGEDORN 2003, S. 111).

Das Potenzial eines Standorts drückt sich in erster Linie als zu erwartender Umsatz aus. Eine möglichst genaue ex ante-Berechnung der an einem Standort durchschnittlich zu erzielenden Umsätze führt daher im Vergleich mehrerer Standortalternativen zu eindeutigen Ergebnissen und lässt die Entscheidung zugunsten eines Standorts verständlich erscheinen. Bevor am Beispiel dreier Standortalternativen veranschaulicht wird, wie der Prozess zur Bestimmung der betriebswirtschaftlich vorteilhaftesten Standortalternative umgesetzt werden kann, soll der Verlauf einer Standortanalyse in seinen einzelnen Schritten kurz erläutert werden. Abbildung 1 fasst die fünf Schritte der beschriebenen Vorgehensweise zusammen.

2.1 Strukturierung des Einzugsbereichs

Der Einzugsbereich, auch Markt- oder Einzugsgebiet genannt, beschreibt allgemein den Ausschnitt der Erdoberfläche, in dem die Konsumenten eines Standorts ihren momentanen Wohnsitz haben (LÖFFLER 1999, S. 45). Hierbei wird erneut die Zeitpunktbezogenheit deutlich. Exakte Grenzen des Einzugsbereichs bestehen in der Realität jedoch nicht. Daher kann der Einzugsbereich als der Bereich gesehen werden, in dem der Großteil der mit einer gewissen Regelmäßigkeit einkaufenden, potenziellen Kundschaft wohnhaft ist. Unter der Annahme einer mit zunehmender Distanz nachlassenden Intensität der Kundenbeziehung beschreibt die Grenze des Marktgebiets somit den Bereich des Umlands eines Einzelhandelsstandorts, jenseits deren der Anteil der dort wohnenden Kunden einen gewissen Grenzwert unterschreitet (HEINRITZ/KLEIN/POPP 2003, S. 29).

Formal gesehen ordnet der Einzugsbereich Konsumenten einem Einzelhandelsstandort zu. Die Konsumenten bilden jedoch individuelle räumlich-zeitliche Interaktionsmuster aus, die abhängig vom gegenwärtigen Regionstyp und dem untersuchten Betriebstyp bezüglich ihrer Intensität und insbesondere bezüglich ihrer Reichweite für jeden Einzelhandelsstandort verschieden sind (siehe Kap. 2.2). Daher ergeben sich sowohl bei der Erfassung als auch bei der Darstellung der Interaktionen zwischen Nachfragestandorten und den Angebotsstandorten vielschichtige Schwierigkeiten.

Bei der Berechnung des Einzugsbereiches spielen zwei gegenläufige Faktoren eine Rolle. Zum einen die Attraktivität des Angebotsstandorts, zum anderen die Entfernung zwischen dem Angebotsstandort und den Konsumenten, ausgedrückt als Distanzwiderstand. Vereinfachend werden im Folgenden beide Faktoren vereinheitlicht. So wird zum einen lediglich intraformaler Wettbewerb berücksichtigt. Zum anderen wird aufgrund der Dominanz der PKW-Kunden die durchschnittlich benötigte Fahrzeit per PKW bei einfacher Fahrt vom Wohnort zum Angebotsstandort als Distanzwiderstand angenommen.

Mikrogeographische Standortanalysen basieren auf einer Datenbank, in der die Daten aller im Untersuchungsgebiet verlaufenden Straßen gespeichert sind. Neben einer Schlüsselnummer sind für jede einzelne Straße zahlreiche andere Parameter wie beispielsweise die jeweilige Einwohnerzahl und deren einzelhandelsrelevante Kaufkraft vermerkt. Beim

Erstellen einer Routinganalyse wird dem geplanten Standort ein Georeferenzpunkt zugewiesen. Von diesem Punkt ausgehend berechnet die Software anhand der gespeicherten Straßenlängen und Durchschnittsgeschwindigkeiten die PKW-Fahrzeiten zu den umliegenden Straßenmittelpunkten. Ist ein Straßenmittelpunkt vom Referenzpunkt der untersuchten Standortalternative innerhalb der festgelegten Routingzeit zu erreichen, zählt dieser zum Einzugsgebiet.

Zur leichteren Klassifizierung der Ergebnisse besteht hierbei die Möglichkeit, die Routingzeit als die maximale, von potenziellen Konsumenten in Kauf genommene Fahrzeit per PKW, in Intervalle zu unterteilen. Für großflächigen Einzelhandel in Agglomerationsräumen werden üblicherweise 4 Intervalle à 5 Minuten gewählt, wodurch die Routingzeit 20 Minuten beträgt. Siedlungsstrukturell bedingt ist dieser Wert in ländlichen Räumen höher zu wählen. Je weniger dicht ein Raum besiedelt ist, desto geringer ist in der Regel der Besatz an und somit auch der Wettbewerb zwischen großflächigen Einzelhandelsbetrieben, wodurch das Einzugsgebiet eines Standorts in weniger dicht besiedelten Räumen ceteris paribus größer ausfällt. Die Wahrscheinlichkeit eines Einkaufs am betrachteten Standort ist umso geringer, je mehr die von einem Konsumenten benötigte Fahrzeit zwischen dessen Wohnort und dem Angebotsstandort beträgt. Daraus resultieren demnach mit zunehmender Entfernung vom Standort abnehmende Marktanteile. Diese Tatsache ist bei den später beschriebenen Marktpotenzialanalysen von großer Bedeutung.

2.2 Routinganalyse einer beliebigen Standortalternative

Hauptvorteil der Routinganalyse ist die Nutzung der sehr detaillierten Datengrundlagen. Bei aktuellen Versionen von Standortanalyseprogrammen liegen die soziodemographischen Daten bereits straßengenau vor, was mit Blick auf zukünftige Versionen, welche bereits über straßenabschnittsgenau kodierte Daten, mittelfristig häusergruppen- oder sogar hausgenaue Daten verfügen sollen, als Nachteil gesehen werden kann. Bei der Anwendung erhalte man dadurch noch genauere Analysewerte gegenüber straßengenau vorliegenden Daten. Man denke beispielsweise an die verzerrte Darstellung einer sehr langen, am einen Ende dicht, am anderen Ende gering bewohnten Straße, bei der in der straßengenau kodierten Version lediglich der Straßenmittelpunkt und somit die Werte der gesamten Straße in die Analyse einfließen würde. Durch kleinräumigere Datengrundlagen wiesen die Analyseergebnisse demnach einen höheren Grad an Detailliertheit auf. Die Routinganalyse liefert Kennwerte, die Grundlagen für eine Marktpotenzialanalyse bilden. Ein Beispiel zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Routingstruktur eines beliebigen Standorts

Routingzone	Anzahl Straßen	Einwohner	Einwohner in %	EH-Index
von 0 bis 5 min.	50	10.000	2,5	105,5
von 6 bis 10 min.	400	70.000	17,5	105,5
von 11 bis 15 min.	1.200	170.000	42,5	105,3
von 16 bis 20 min.	1.800	150.000	37,5	104,9
Summe / Ø	3.450	400.000	100,0	105,2

Quelle: Eigene Berechnungen

Innerhalb einer Routingzeit von 20 Minuten sind demnach insgesamt 3.450 Straßen zu erreichen, in denen gegenwärtig zusammen 400.000 Einwohner wohnhaft sind. Der Einzelhandelsindex (EH-Index), welcher die einzelhandelsrelevante Kaufkraft der innerhalb eines definierten Raums wohnhaften Bevölkerung im Vergleich zum Bundesdurchschnitt angibt, nimmt mit zunehmender Fahrzeit zum Standort leicht ab und liegt mit insgesamt 105,2 Punkten 5,2 % über dem Bundesdurchschnitt (Index = 100).

Auf der Basis von Routinganalysen kann für jede Standortalternative eine Übersichtskarte des Einzugsgebiets erzeugt werden, welche die vom Mittelpunkt jeder Straße durchschnittlich benötigte PKW-Fahrzeit zur Standortalternative anzeigt. Jede vom Standort innerhalb der Routingzeit erreichbare Straße ist dabei durch einen Punkt dargestellt, dessen Farbe das ihr zugeordnete Entfernungsintervall anzeigt. Auf einer solchen Karte wird die Relevanz des Standortkonstrukts Verkehr/Erreichbarkeit deutlich. Straßen hoher Durchschnittsgeschwindigkeit (z. B. Bundesstraßen) sind deutlich geringere Fahrzeiten zugeordnet als ähnlich weit vom Standort entfernt gelegene Straßen, welche vom untersuchten Standort aus nur über Straßen geringer Durchschnittsgeschwindigkeit erreichbar sind.

2.3 Numerischer Index und Arealitätsindex

Neben der Berechnung und der graphischen Darstellung des Einzugsbereichs sind für eine aussagekräftige Standortanalyse soziodemographische Angaben über die innerhalb dieses Einzugsbereichs gemeldeten Einwohner zu berechnen. Die Ergebnisse lassen das gegenwärtig vorliegende Potenzial einer Standortalternative mit dem anderer vergleichen. Zwei dabei sehr aussagekräftige Indexwerte sind der Numerische Index und der Arealitätsindex.

Der auf den Werten der Routingstruktur (siehe Tab. 1) basierende Numerische Index zeigt an, ob es im berechneten Einzugsgebiet im Verhältnis zum Bundesdurchschnitt mehr oder weniger Angebotsstandorte (Outlets) gibt. Der berechnete Indexwert gibt somit gewissermaßen Auskunft über das Potenzial für die Eröffnung eines Einzelhandelsbetriebs am untersuchten Standort bzw. umgekehrt zum Überbesatz, der auf Konkurrenz oder das Risiko der Schließung hindeutet. Bei Werten unterhalb des Indexwertes 100 sind weniger, bei Werten größer als 100 mehr der in die Analyse einbezogenen Betriebstypen vorhanden als im Bundesdurchschnitt (vgl. Tab. 2).

Dem Numerischen Index ähnlich ist der Arealitätsindex. Bei diesem fließt nicht die Anzahl, sondern die Summe der Verkaufsfläche der im jeweiligen Einzugsgebiet (hier unterteilt in die vier Intervalle der Routingzeit (Routingzone)) vorhandenen Outlets in die

Tab. 2: Numerischer Index eines beliebigen Standorts

Routingzone	Anzahl Outlets	Numerischer Index
von 0 bis 5 min.	0	0,0
von 6 bis 10 min.	7	86,2
von 11 bis 15 min.	15	93,3
von 16 bis 20 min.	19	119,2
Summe	41	99,6

Quelle: Eigene Berechnungen

Berechnung ein. Die Arealität definiert sich als die durchschnittliche Summe der Quadratmeter Verkaufsfläche pro 10.000 Einwohner. Im Falle großflächigen Einzelhandels gelten die im Bundesdurchschnitt je 10.000 Einwohner verfügbaren 1.985 m² Verkaufsfläche als Indexwert, wovon 641 m² auf kleine Verbrauchermärkte, 723 m² auf große Verbrauchermärkte und 621 m² auf SB-Warenhäuser entfallen (M+M Eurodata, siehe Tab. 3). Wiederum zeigen Werte kleiner 100 unterdurchschnittlichen, Werte größer 100 überdurchschnittlichen Einzelhandelsbesatz innerhalb des Einzugsbereichs an.

Je geringer die Werte beider Indizes sind, umso vorteilhafter fällt das gegenwärtige Potenzial des untersuchten Standorts aus. Die Arealität eines Standorts kann sich dabei ähnlich wie in Tab. 3 zu sehen darstellen.

Tab. 3: Arealitätsindex eines beliebigen Standorts

Routingzeit-Intervall	Arealitätsindex							
	Kleine Verbrauchermärkte		Große Verbrauchermärkte		SB-Warenhäuser		Summe	
	Arealität	Index	Arealität	Index	Arealität	Index	Arealität	Index
0 bis 5 min.	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0
6 bis 10 min.	609	95	759	105	0	0	1.368	68,9
11 bis 15 min.	667	104	289	40	1.553	250	2.509	126,4
16 bis 20 min.	833	130	571	79	776	125	2.180	109,8
Gesamtindex		109,7		74,7		187,5		112,8

Quelle: Eigene Berechnungen; Datenbasis: M+M Eurodata, GfK

Tab. 3 zeigt, dass im Bereich bis 10 Minuten Entfernung (als Grundlage gilt hierbei wiederum die durchschnittlich benötigte Fahrzeit per PKW) kein SB-Warenhaus vorhanden ist. Der Gesamtindex beträgt 112,8 und liegt somit 12,8 Punkte über dem Bundesdurchschnitt. Im Einzugsbereich von 16 bis 20 PKW-Fahrminuten befinden sich, den Werten der Arealitäts- und der Numerischen Analyse zufolge, aktuell überdurchschnittlich viele Outlets, welche zusammen überdurchschnittlich viel Gesamtverkaufsfläche aufweisen. Die „Erfordernis“ zur Eröffnung weiterer Einzelhandelsstätten erweist sich somit als relativ gering. In Anbetracht der sehr guten Werte im Entfernungsbereich bis 10 Minuten gilt der Einzelhandelsbestand jedoch bei weitem noch nicht als übersättigt.

An dieser Stelle soll nochmals auf die zuvor beschriebenen Standortkonstrukte eingegangen werden, da bei der Berechnung beider zuvor beschriebenen Indexwerte der Einfluss der Standortkonstrukte „Verkehr“ und „Konkurrenz“ offensichtlich wird. Je größer das gewählte Einzugsgebiet eines Standorts, desto höher ist die Anzahl der darin wohnenden Konsumenten. Die Größe des tatsächlichen Einzugsgebiets richtet sich in erster Linie nach den Faktorausprägungen des Standortkonstrukts „Verkehr“. Die Güte dessen kommt jedoch auch etwaigen Konkurrenzstandorten zugute, sofern sich deren Einzugsgebiete mit dem eigenen überschneiden. Es lassen sich hierbei folgende Gesetzmäßigkeiten formulieren:

- Je besser die Erreichbarkeit (Standortkonstrukt „Verkehr“) eines untersuchten Standorts, umso schneller kann von diesem ausgehend auch die vorhandene Konkurrenz erreicht werden und umgekehrt.

- Je besser die allgemeine Verkehrssituation in der Umgebung, desto weiter dehnt sich das Einzugsgebiet des Standorts aus und umso höher fallen ceteris paribus die Überschneidungen mit den Einzugsgebieten von Konkurrenzstandorten aus.

2.4 Routingindex und gewichteter Routingindex

Durch die Ergebnisse des Arealitätsindex und des Numerischen Index lassen sich einzelne Standorte hinsichtlich der in ihrem Einzugsgebiet vorliegenden Konkurrenzsituation miteinander vergleichen. Je geringer beide Werte ausfallen, desto höher ist der Bedarf der Eröffnung einer Verkaufsstätte. Die unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten Erfolg versprechendste Standortalternative lässt sich durch die Berechnung des Numerischen Index und des Arealitätsindex jedoch nur dann bestimmen, wenn einer der untersuchten Standorte bei beiden Indizes die geringsten Werte aufweist. Die Bestimmung des Routingindex liefert hierzu einfach zu interpretierende Resultate, da in dessen Berechnung die Ergebnisse beider Indexwerte einfließen (siehe Abb. 2).

Abb. 2: Berechnungsformel des Routingindex

$$\text{Routingindex} = \text{Einwohner im Einzugsgebiet} \times \left(1 + \left(1 - \frac{NI}{100}\right)\right) \times \left(1 + \left(1 - \frac{AI}{100}\right)\right)$$

NI: Wert des Numerischen Index
AI: Wert des Arealitätsindex

Quelle: Eigene Darstellung

Je geringer (höher) die einzelnen Indexwerte eines Standorts ausfallen, desto höher (geringer) stellt sich dessen Potenzial, ausgedrückt im Wert des Arealitätsindex, bzw. dessen „Erfordernis“ innerhalb des berechneten Einzugsgebiets in Form des Numerischen Index dar. Das für jeden Standort auf diese Weise berechnete Potenzial lässt sich somit einfach mit dem anderer Standorte vergleichen.

Der Routingindex nimmt dabei den Einfluss beider Indexwerte als gleich stark an. Da die Konkurrenzsituation jedoch stärker durch das Vorhandensein relevanter Konkurrenzbetriebe als durch die Größe deren Verkaufsfläche(n) beeinflusst wird, bietet sich eine stärkere Gewichtung des Wertes des Numerischen Index an. Diese lässt sich mit der Formel des gewichteten Routingindex realisieren (siehe Abb. 3). Über eine ideale Gewichtung, welche die Realität am besten abbilden kann, können keine Angaben gemacht werden. Ein Gewichtungsfaktor von $s = 0,7$ dürfte den Einfluss des Numerischen Index jedoch ausreichend akzentuieren (SCHARFENBERGER 2005, S. 20).

Abb. 3: Berechnungsformel des gewichteten Routingindex

$$\text{Gewichteter Routingindex} = E \times \left(1 + \left(1 - \frac{s \cdot \text{NumerischerIndex} + (1 - s) \cdot \text{Arealität}}{100}\right)\right)$$

E: Anzahl der Einwohner im Einzugsgebiet
s: Gewichtungsfaktor, $0 \leq s \leq 1$

Quelle: Eigene Darstellung

Aus einer Gewichtung beider Indexwerte resultieren folglich realitätsnähere Werte, sofern der Wert des Numerischen Index stärker gewichtet wird als das Ergebnis des Arealitätsindex. Zusätzlich wird somit das Problem der nur schwer abschätzbaren räumlichen Wirkung innerhalb des Einzugsbereichs ansässiger Konkurrenzbetriebe überwiegend gelöst. Es ist jedoch zu beachten, dass Konkurrenzbetriebe, welche außerhalb des errechneten Einzugsgebiets liegen, weder in das Ergebnis des Numerischen Index noch in den Arealitätsindex einfließen. Auch wenn deren Einfluss aufgrund von in der Regel nur am Rand des Einzugsbereichs stattfindenden Überschneidungen relativ gering ausfällt, ist dieser dennoch zu beachten und sollte bei einer Standortentscheidung nicht vernachlässigt werden.

2.5 Marktpotenzialanalyse

Neben dem Einfluss vorhandener Konkurrenzbetriebe stellt die im berechneten Einzugsgebiet vorliegende einzelhandelsrelevante Gesamtkaufkraft der dort wohnenden Konsumenten die bedeutendste Einflussgröße auf das Potenzial eines Standorts dar. Ein Instrument für deren Berechnung ist die im Folgenden beschriebene Marktpotenzialanalyse.

Je nach untersuchtem Betriebstyp und vorliegendem siedlungsstrukturellen Regionstyp wird für jedes Routingzeitintervall ein mit zunehmender Fahrzeit sinkender typischer Marktanteil angenommen (siehe Tab. 4, Spalte 3). Multipliziert man diesen Prozentsatz mit der jeweils vorhandenen Einwohnerzahl, erhält man die Anzahl der „marktanteiligen Einwohner“ $[(4) = (2) \times (3)]$. Durch erneute Multiplikation dieses Wertes mit dem aus der Routinganalyse vorhandenen EH-Index erhält man für jedes Routingzeitintervall eine Anzahl an „Normkonsumenten“ $[(6) = (4) \times (5) / 100]$ (SCHARFENBERGER 2005, S. 21). Die Summe dieser Anzahl marktanteiliger Einwohner lässt das Kundenpotenzial eines Standorts mit dem eines beliebigen anderen Standorts im Bundesgebiet vergleichen.

Tab. 4: Marktpotenzialanalyse eines beliebigen Standorts

Spalte: (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Routingzeit-Intervall	Einwohner gesamt	typischer Marktanteil	Einwohner marktanteilig	EH-Index	Einwohner marktanteilig, gewichtet mit EH-Index
0 bis 5 min.	10.000	30,00%	3.000	105,5	3.165
6 bis 10 min.	70.000	10,00%	7.000	105,5	7.385
11 bis 15 min.	170.000	4,00%	6.800	105,3	7.160
16 bis 20 min.	150.000	1,50%	2.250	104,9	2.360
Summe	400.000	-	19.050	-	20.070

Quelle: Eigene Berechnungen

Durch die angewandte Methode werden die im Einzugsbereich lebenden Konsumenten hinsichtlich ihrer zu erwartenden Einkaufswahrscheinlichkeit, ausgedrückt im typischen Marktanteil, und bezüglich ihrer einzelhandelsrelevanten Kaufkraft (EH-Index) mit dem Bundesdurchschnitt gleichgesetzt. Durch eine Multiplikation dieses Werts mit den durchschnittlichen betriebstypen- oder warenartspezifischen Ausgaben je Konsument lie-

ße sich auf einfache Art und Weise der am untersuchten Standort innerhalb eines Zeitraums zu erwartende Umsatz bestimmen.

3 Fallbeispiel: Bestimmung der optimalen Standortalternative

Im Folgenden soll der Prozess der Standortanalyse dreier hypothetischer Standortalternativen unter Verwendung der beschriebenen Vorgehensweise und Methoden erläutert werden. Alle drei Alternativstandorte seien innerhalb einer Großstadt verteilt und ungefähr gleich groß. Eine Berechnung der Einzugsbereiche wird im Weiteren als vorgegeben angesehen.

Die Routinganalyse liefert für die jeweiligen Standortalternativen unterschiedliche Werte der Routingstruktur (siehe Tab. 5). Bei der Anzahl der im Einzugsbereich lebenden Einwohner dominieren die Standorte Nummer 1 und 2 deutlich. Sie verfügen über 45.000 Einwohner mehr als Alternative 3. Letztere weist jedoch die günstigsten Werte beim Numerischen Index und beim Arealitätsindex auf. Mit Werten von 93,5 und 95,8 ist sie gegenüber den anderen beiden (103,7 und 98,8 bzw. 95,2 und 112,5) deutlich im Vorteil.

Tab. 5: Numerischer Index und Arealitätsindex der Standortalternativen

Standortalternative	Einwohner im Einzugsgebiet	Numerischer Index	Arealitätsindex
Nummer 1	335.000	103,7	98,8
Nummer 2	335.000	95,2	112,5
Nummer 3	290.000	93,5	95,8

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Berechnung des Routingindex liefert jedoch eine komplett andere Rangreihenfolge der drei betrachteten Standortalternativen. Aufgrund der im Verhältnis besten Indexwerte von Standortalternative Nummer 3 ergibt sich für diesen Standort trotz einer Differenz von 45.000 Konsumenten im Einzugsgebiet ein weit höherer Routingindex als für Alternative Nummer 2 mit den vergleichsweise schlechtesten Werten. Die hohe Einwohnerzahl und die im Vergleich durchschnittlichen Indexwerte führen bei Standortalternative 1 zum insgesamt besten Routingindex (siehe Tab. 6).

Der aussagekräftigere gewichtete Routingindex liefert erneut andere Ergebnisse. Durch den Gewichtungsfaktor von $s = 0,7$ fließt der Wert des Numerischen Index stärker in das Ergebnis ein, während der Wert des Arealitätsindex nur zu 30 % das Endergebnis beeinflusst. Der im Vergleich zu Alternative 1 sehr niedrige Numerische Index führt trotz des mit Abstand höchsten Arealitätsindex bei Standortalternative 2 zum höchsten und damit besten Wert des gewichteten Routingindex. Aufgrund der geringen Einwohnerzahl im Einzugsgebiet und des gegenüber Standortalternative 2 nicht signifikant geringeren Numerischen Index kann der gewichtete Routingindex von Alternative 3 trotz der insgesamt besten Indexwerte über keine der beiden anderen Alternativen dominieren (siehe Tab. 6).

Tab. 6: Routingindex und gewichteter Routingindex der Standortalternativen, $s = 0,7$

Standortalternative	Routingindex	Rang	Gewichteter Routingindex	Rang
Nummer 1	326.476	1	327.530	2
Nummer 2	307.195	3	333.694	1
Nummer 3	321.822	2	306.849	3

Quelle: Eigene Berechnungen

Das durchschnittliche Marktpotenzial der drei Standortalternativen, ausgedrückt als Produkt der im jeweils berechneten Einzugsbereich wohnenden Konsumenten und dem EH-Index, ist in Tab. 7 dargestellt. Der durchschnittliche EH-Index der drei Standortalternativen liegt ungefähr auf dem gleichen Niveau. Aufgrund der Gewichtung mit der Anzahl der im jeweiligen Einzugsgebiet lebenden Einwohner ergeben sich jedoch stark unterschiedliche Werte beim durchschnittlichen Marktpotenzial. Wegen der mit Alternative Nummer 1 gleich hohen Anzahl an Einwohnern und des leicht höheren EH-Index verfügt Standortalternative 2 über das vergleichsweise höchste durchschnittliche Marktpotenzial. Alternative 3 liegt aufgrund der weitaus geringeren Konsumentenzahl weit hinter Alternative Nummer 1 auf Rang 3 (siehe Tab. 7). Hierbei ergibt sich demnach die gleiche Rangreihenfolge wie beim zuvor berechneten gewichteten Routingindex (vgl. Tab. 6).

Tab. 7: Durchschnittliches Marktpotenzial der Standortalternativen

Standortalternative	Einwohner im Einzugsgebiet	durchschnittlicher EH-Index	durchschnittliches Marktpotenzial	Rang
Nummer 1	335.000	105,2	352.420	2
Nummer 2	335.000	105,6	353.760	1
Nummer 3	290.000	105,7	306.530	3

Quelle: Eigene Berechnungen

Die auf diese Weise berechneten Zahlen haben jedoch eine nur begrenzte Aussagekraft, da die Kaufkraft der gesamten im jeweiligen Einzugsgebiet lebenden Einwohner unabhängig von der Entfernung zwischen ihrem Wohnort und dem untersuchten Standort als gleich angesehen wird. In der Realität nehmen jedoch die Anteile der tatsächlich getätigten einzelhandelsrelevanten Umsätze mit zunehmender Entfernung zwischen den Wohnorten der Konsumenten und dem Einzelhandelsstandort, ausgedrückt in Fahrminuten per PKW, stark ab. Neben der Entfernung spielen, wie bereits erläutert, der im Einzugsgebiet vorliegende (siedlungsstrukturelle) Regionstyp sowie der untersuchte Betriebstyp eine Rolle (siehe Kap. 2.1 und 2.2). Die zuvor für Marktpotenzialanalysen allgemein beschriebenen Berechnungen wurden für die drei vorliegenden Standortalternativen durchgeführt (siehe Tab. 8).

Die für jede Routingzone durch Multiplikation der Gesamteinwohner mit dem jeweiligen typischen Marktanteil errechneten marktanteiligen Einwohner wurden, wie in Kapitel 2.5 beschrieben, mit dem jeweiligen Wert des Einzelhandelsindex multipliziert und ergeben so die mit dem EH-Index gewichteten marktanteiligen Einwohner. Die Summe dieser zeigt eine deutliche Überlegenheit von Standortalternative Nummer 2. Mit voraus-

Tab. 8: Gesamtübersicht der Marktpotenzialanalyse

Spalte: (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Standortalternative Nummer 1					
Routingzone	Einwohner gesamt	typischer Marktanteil	Einwohner marktanteilig	Einzelhandels- Index	Einwohner marktanteilig gewichtet mit EH-Index
0 bis 5 Min.	8.000	30,00%	2.400	105,4	2.530
6 bis 10 Min.	37.000	10,00%	3.700	105,9	3.918
11 bis 15 Min.	150.000	4,00%	6.000	105	6.300
16 bis 20 Min.	140.000	1,50%	2.100	104,1	2.186
Gesamtwerte	335.000	-	14.200	105,2	14.934
Standortalternative Nummer 2					
Routingzone	Einwohner gesamt	typischer Marktanteil	Einwohner marktanteilig	Einzelhandels- Index	Einwohner marktanteilig gewichtet mit EH-Index
0 bis 5 Min.	10.000	30,00%	3.000	105,8	3.174
6 bis 10 Min.	55.000	10,00%	5.500	105,6	5.808
11 bis 15 Min.	150.000	4,00%	6.000	105,7	6.342
16 bis 20 Min.	120.000	1,50%	1.800	104,9	1.888
Gesamtwerte	335.000	-	16.300	105,6	17.212
Standortalternative Nummer 3					
Routingzone	Einwohner gesamt	typischer Marktanteil	Einwohner marktanteilig	Einzelhandels- Index	Einwohner marktanteilig gewichtet mit EH-Index
0 bis 5 Min.	5.000	30,00%	1.500	105,5	1.583
6 bis 10 Min.	65.000	10,00%	6.500	105,7	6.871
11 bis 15 Min.	120.000	4,00%	4.800	105,9	5.083
16 bis 20 Min.	100.000	1,50%	1.500	105,3	1.580
Gesamtwerte	290.000	-	14.300	105,7	15.116

Quelle: Eigene Berechnungen

berechneten 17.212 Durchschnittskunden liegt dieser Standort weit vor den beiden anderen Alternativen (14.934 bzw. 15.116, siehe Tab. 8). Das Niveau des zu erzielenden Umsatz läge folglich an Standort Nummer 2 mit Abstand am höchsten.

Der hohe Gesamtwert der Marktpotenzialanalyse von Alternative Nummer 2 resultiert neben dem Wert des Numerischen Index hauptsächlich aus der günstigen räumlichen Verteilung der im Einzugsbereich lebenden Konsumenten in den beiden marktanteilsstärksten Routingzonen (0 bis 5 Minuten mit 30 % und 6 bis 10 Minuten mit 10 %). Standortalternative Nummer 2 verfügt hierbei über 8.500 marktanteilige Einwohner, während die beiden übrigen Alternativen lediglich über 8.000 (Nummer 3) bzw. 6.100 (Nummer 1) verfügen. Aufgrund des mit zunehmender Fahrzeit vom Standort sinkenden typischen Marktanteils fließen in geringer Entfernung zum Standort wohnende Konsumenten wesentlich stärker in den Gesamtwert ein als Konsumenten, welche eine längere Fahrzeit zur jeweiligen Standortalternative benötigen.

Zum Abschluss der Analysen lässt sich somit festhalten: Standortalternative Nummer 2 verfügt nicht nur über die vergleichsweise beste Erreichbarkeit, die meisten Einwohner im Einzugsbereich und den besten Wert beim gewichteten Routingindex, sondern auch über das bei weitem höchste Marktpotenzial. Unter absatzwirtschaftlichen Gesichts-

punkten wäre ein Einzelhandelsbetrieb demzufolge an diesem Standort zu eröffnen, da hier unter den gegenwärtigen Bedingungen der vergleichsweise größte Umsatz möglich scheint.

4 Fazit

Mit Routinganalysen auf der Basis mikrogeographischer Daten kann der Grad des Einflusses der im berechneten Einzugsbereich angesiedelten Konkurrenzbetriebe für jede Standortalternative bestimmt werden, während Marktpotenzialanalysen ein Instrument zur Vorausberechnung der zu erzielenden Umsätze an einem Standort sind. Beide Analysen ermöglichen es, Standortalternativen hinsichtlich ihres betriebswirtschaftlichen Erfolgs miteinander zu vergleichen und die erfolgversprechendste Alternative zu benennen. Es ist allerdings nicht möglich, dadurch alle gegenwärtig und zukünftig den Erfolg eines Einzelhandelsstandorts bestimmenden Faktoren zu erfassen.

Es konnte veranschaulicht werden, dass nicht nur das bloße Vorhandensein von Konkurrenzbetrieben kombiniert mit der Größe deren Verkaufsflächen den zu erwartenden Umsatz beeinflusst. Vielmehr basiert das Potenzial eines Standorts auf der Anzahl, der Kaufkraft und vor allem auf der Verteilung der in den zugrunde gelegten Intervallen des Einzugsbereichs wohnhaften Bevölkerung.

Speziell im Hinblick auf die Unsicherheit zukünftiger (Markt-) Entwicklungen, insbesondere der Entwicklung der Konkurrenzsituation, der Erreichbarkeit des Standorts und der einzelhandelsrelevanten Kaufkraft der zukünftig im berechneten Einzugsbereich lebenden Bevölkerung, kann ein langfristiger betriebswirtschaftlicher Erfolg des gegenwärtig besten Standorts nicht garantiert werden. Im Fall einer Standortentscheidung lässt sich, wie im Beispiel dargestellt, durch die beschriebenen Methoden lediglich die zum Zeitpunkt der durchgeführten Analysen erfolgversprechendste Standortalternative bestimmen. Hierbei sollte zudem die Aktualität der für die Analysen verwendeten sozioökonomischen Daten bedacht und hinterfragt werden.

Das skizzierte Verfahren zeigt eine Möglichkeit, das sich gegenwärtig bietende Potenzial von Standorten zu ermitteln. Wesentliche Voraussetzung für die Anwendung der Methode ist das Vorhandensein sachlich relevanter sehr kleinräumig aufgelöster Daten (mikrogeographische Ebene).

Literatur

- BIENERT, M. L. (1996): Standortmanagement: Methoden und Konzepte für Handels- und Dienstleistungsunternehmen; Wiesbaden.
- CLARKE, G. P. (1999): Methoden der Standortplanung im Wandel, In: HEINRITZ, G. (HRSG.) (1999): Die Analyse von Standorten und Einzugsbereichen. Methodische Grundfragen der geographischen Handelsforschung; Passau.
- GfK (HRSG.) (2002): Wie kauft Deutschland Konsumgüter ein? 10 Thesen zu Entwicklungen und Chancen im Lebensmittelhandel; Nürnberg.
- HEINRITZ, G. (HRSG.) (1999): Die Analyse von Standorten und Einzugsbereichen. Methodische Grundfragen der geographischen Handelsforschung; Passau.
- HEINRITZ, G.; KLEIN, K. E.; POPP, M. (2003): Geographische Handelsforschung; Stuttgart.
- LÖFFLER, G. (1999): Marktgebiet und Einzugsbereich – mathematisch-statistische Modellansätze zu ihrer Abgrenzung. In: HEINRITZ, G. (HRSG.) (1999): Die Analyse von Standorten und Einzugsbereichen. Methodische Grundfragen der geographischen Handelsforschung, S. 45-64; Passau.
- MÜLLER-HAGEDORN, L. (2003): Handelsmarketing, 3. Auflage; Stuttgart.
- OEHME, W. (1992): Handels-Marketing, 2. Auflage; München.
- REILLY, W. J. (1931): The law of retail gravitation; New York.
- SCHARFENBERGER, J. U. (2005): Die Bestimmung der optimalen Einzelhandelsstandortalternative mit Hilfe von Routing- und Marktpotenzialanalysen. In: Berichte des Arbeitskreises Geographische Handelsforschung, Heft 17, S. 19-21; Berlin.

Der probabilistische Ansatz zur Modellierung des räumlichen Einkaufsverhaltens

Ralf Klein, Würzburg

1 Einleitung

Seitdem von HUFF (1962, 1963, 1964) der probabilistische Modellansatz als Analyseinstrument für die Bestimmung von Marktgebieten eingeführt wurde, ist die Spezifikation des Modells bis heute Gegenstand zahlreicher Fachbeiträge. Auch in der wirtschaftswissenschaftlichen Lehre wird es vermittelt und z.B. zur Prognose des Umsatzes von Einzelhandelsbetrieben eingesetzt (vgl. MÜLLER-HAGEDORN / SCHUCKEL 1995a, 1995b). Die Diskussion über die Modellspezifikation zielt im Allgemeinen auf eine Verbesserung der Anpassung an empirisch erhobene Daten zur Beschreibung der realen Situation ab. Diese Überlegungen beziehen sich fast ausschließlich auf die Operationalisierung der Distanz zwischen den Nachfrage- und Angebotsorten sowie ihrer funktionalen Ausprägung.

Distanz kann zum einen als räumliche Entfernung in Kilometern gemessen werden, wobei zwischen realweltlichen Distanzen entlang Verkehrswegen und theoretischen Distanzen, z.B. Euklidischer oder City-Block-Distanzen, unterschieden werden kann. Zum anderen kann Distanz auch als zeitliche Entfernung oder als Kosten operationalisiert werden. Die Distanz hat eine große Bedeutung für die Raumanalyse nach der raumwissenschaftlichen Konzeption der Geographie, weil durch sie Raumstrukturen beschrieben und erklärt werden können. Sehr einfach und anschaulich ist dieser Zusammenhang bei den klassischen Standortmodellen von Christaller, v. Thünen und Weber. Mittels preistheoretischer Überlegungen kann gezeigt werden, dass aufgrund des Standortfaktors eine Veränderung der marktwirtschaftlichen Situation von der polypolistischen zu der monopolistischen Marktform stattfindet und dass die Modelle dadurch ineinander überführt werden können. Sie stellen damit keine verschiedenen Modellansätze dar, sondern sind Modifikationen eines Modellansatzes, der auf einer Adaption der Preistheorie auf räumliche Strukturelemente basiert (vgl. KLEIN 2005).

Zahlreiche Beiträge thematisieren die funktionale Ausprägung der Distanz, so auch KANHÄUSSER in diesem Band. Der zweite Abschnitt seines Beitrags enthält eine ausführliche Darstellung der Diskussion zu der Entfernungsfunktion und dem Entfernungskoeffizienten, weshalb hier darauf verwiesen werden kann. Seine Überlegungen, wie auch die von PFAFFENBERGER / WIEGERT (1965), KAU (1970), BUCKLIN (1971), BATTY (1978), BUTZIN (1980), SCHÖLER (1981), THIELE (1983), LÖFFLER (1999), konzentrieren sich auf die Modellierung der Distanzfunktion zur bestmöglichen Abbildung realer Einkaufsorientierungen. Die empirischen Untersuchungen von KANHÄUSSER zeigen ebenso wie die Ergebnisse von BUTZIN (1980) und THIELE (1983), dass die erhobenen Einkaufshäufigkeiten mit zu-

nehmender Distanz zum Angebotsort kleiner werden und eine s-förmige Variation aufweisen. Die Einkaufshäufigkeiten sinken im Nahbereich zunächst nur wenig, fallen dann steil ab und nähern sich im weiteren Verlauf asymptotisch der Abszissenachse. Die Kurve hat somit zwei Wendepunkte. Versucht man nun, diesen Kurvenverlauf modellhaft abzubilden, kann dies z.B. über die Normalverteilungsfunktion, die Arcustangensfunktion oder die Regressionsfunktion von VERHULST erfolgen. Dabei wird in der Regel so vorgegangen, dass die Distanzfunktion bestmöglich an die empirischen Werte angepasst wird. Unter Bezugnahme auf das probabilistische Modell bzw. auf die grundlegenden gravitationstheoretischen Überlegungen findet dazu häufig die diesen Modellen immanente Potenzfunktion mit negativem Exponenten (Hyperbel) Anwendung. Diese Funktion hat allerdings die Eigenschaft, dass die Funktionswerte mit zunehmender Distanz sehr schnell abnehmen, wodurch die empirisch nachweisbare Bindung an den Angebotsort in seinem Nahbereich, die auch als „Plateau-Effekt“ bezeichnet wird, nur unzureichend abgebildet wird. Zur Lösung dieses Problems werden für die Modellierung andere Funktionen als die Hyperbel herangezogen. In diese Kurvenanpassung geht die Distanz als Variable bzw. Zahlenreihe ein. Ziel der Modellierung ist somit stets die Ermittlung einer Distanzfunktion, welche die realen Einkaufshäufigkeiten bzw. -wahrscheinlichkeiten möglichst realitätsnah abbildet.

In diesem Beitrag wird nicht der Frage nachgegangen, welche Distanzfunktion den s-förmigen Verlauf der in verschiedenen empirischen Studien nachgewiesenen Zuordnung zu den jeweiligen Angebotsorten in geeigneter Weise abbilden kann, sondern welchen Verlauf die Wahrscheinlichkeitsfunktion des probabilistischen Modells von HUFF selbst hat. Der Unterschied liegt darin, dass die Wahrscheinlichkeit nicht als direkt funktional abhängig von der Distanzvariablen gesehen wird, sondern als abhängig von dem gesamten Ausdruck, den der Modellansatz formuliert. Der Ansatz umfasst die Berücksichtigung einer weiteren Variablen für die Attraktivität der Angebotsorte sowie einen Algorithmus für die Berücksichtigung konkurrierender Standorte. Die Auswirkungen der Variation einzelner Modellelemente sind daher nicht unmittelbar erkennbar, weshalb für die Untersuchung ein experimenteller Zugang gewählt wurde. Als Ergebnis kann nachgewiesen werden, dass

die Wahrscheinlichkeitsfunktion des probabilistischen Modellansatzes einen s-förmigen Verlauf hat und dadurch geeignet ist, räumliche Einkaufsorientierungen zu beschreiben, zu analysieren und zu prognostizieren.

2 Grundlagen zum probabilistischen Modellansatz

Ansatzpunkt der Überlegungen ist, dass in der Regel versucht wird, empirische Wahrscheinlichkeiten (p) bzw. Häufigkeiten des Aufsuchens von Angebotsorten (Geschäften) mittels einer Distanzfunktion abzubilden. Dabei wird unterstellt, dass Wahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der Entfernung variieren. Unter der Annahme, dass die Wahrscheinlichkeiten mit Zunahme der Distanz (d) bzw. dem Quadrat der Distanz (d^2) abnehmen, lässt sich dieser Zusammenhang formal ausdrücken als:

$$p = \frac{1}{d} \quad \text{bzw.} \quad p = \frac{1}{d^2}$$

Eine solche Parametrisierung der Distanz wird auch in dem probabilistischen Modellansatz (HUFF-Modell) verwendet. Hintergrund ist die Ableitung dieses sozialphysikalischen Modells aus gravitationstheoretischen Ansätzen, die bereits sehr früh zur Analyse von räumlichen Einkaufsorientierungen verwendet worden sind (vgl. REILLY 1929 u. 1931, CONVERSE 1949). Diese Ansätze sind wegen ihres gemeinsamen Ursprungs ineinander überführbar (vgl. KLEIN 1992).

Allerdings ist bei der Betrachtung (und Kritik) des HUFF-Modells die Formulierung eines Zusammenhangs zwischen der Distanz und der Einkaufswahrscheinlichkeit aufgrund einer mathematischen Funktion für die Distanz in unzulässiger Weise verkürzt. Stattdessen sind die wesentlichen formalen Voraussetzungen und Merkmale dieses Modells zu berücksichtigen:

1. Das Modell bezieht sich auf ein geschlossenes System mit einer bestimmten Anzahl n von Nachfrageorten und einer Anzahl m von Angebotsorten. Formal ausgedrückt bilden die Nachfrageorte die Zeilen und die Angebotsorte die Spalten einer Konnektivitätsmatrix.
2. Die berechneten Einkaufswahrscheinlichkeiten beziehen sich jeweils auf das Aufsuchen eines bestimmten Angebotsortes. Das bedeutet, dass die Zeilensummen den Wert 1 ergeben bzw. dass durch das Modell die am Nachfrageort vorhandene Kaufkraft probabilistisch auf die (relevanten) Angebotsorte aufgeteilt wird.
3. Angebotsorte können, müssen aber nicht Nachfrageorte sein. Ist dies der Fall, ist auch die Hauptdiagonale der Wahrscheinlichkeitsmatrix besetzt.
4. Das Modell von HUFF beruht auf einem probabilistischen Ansatz. Zielgröße des Modells bzw. die abhängige Variable sind Einkaufswahrscheinlichkeiten für das Aufsuchen von Angebotsorten in einem System von mehreren konkurrierenden Standorten. In dem Modell von REILLY ist dagegen die Zielgröße das Verhältnis von zwei im Wettbewerb stehenden Angebotsorten, in dem Modell von CONVERSE ist die Zielgröße die Distanz zur Marktgebietsgrenze zwischen zwei Angebotsorten.

Wahrscheinlichkeiten werden nach dem Laplace-Prinzip als Anteilswerte von Ereignissen an der Gesamtheit der Ereignisse ausgedrückt. Zum Beispiel ist die Wahrscheinlichkeit eine Sechs zu würfeln $1/6$. Wahrscheinlichkeiten machen also nur dann Sinn, wenn mehrere Alternativen vorliegen. Bei einer einzigen Alternative besteht nur die Möglichkeit des sicheren Ereignisses, d.h. $p = 1/1 = 1$.

Die möglichen Ereignisse im Potentialmodell sind dementsprechend das Aufsuchen von Angebotsorten. Der probabilistische Ansatz ist also nur dann sinnvoll anwendbar, wenn zwei oder mehr Alternativen, d.h. Angebotsorte, vorliegen. Umgekehrt wäre im Extremfall ein einziger Nachfrageort für die Anwendbarkeit des Potentialmodells hinrei-

chend, für den das Modell ein sicheres Ereignis generieren würde, d.h. $p = 1$. Dieser Fall ist vergleichbar mit restriktiven modellhaften Annahmen wie z.B. in dem Zentrale-Orte-Modell oder der Nearest-Center-Hypothese. Auch wenn das Zentrale-Orte-System als gesamtwirtschaftliche Standorttheorie verstanden wird (SCHÄTZL 2003, KULKE 2006), beruht die Aufstellung des Modells und insbesondere ihre räumliche – in dem bekannten Hexagonalmuster symbolisierte – Ausprägung auf einer jeweils paarweisen Betrachtung von dem jeweiligen Standort und seines am nächsten liegenden Nachbarstandorts. Auf diesem rein distanziellen Prinzip können auch für irreguläre Standortmuster Einzugsbereiche definiert werden (THIESEN-Polygone, VORONOI-Polygone). Für eine großräumige, pragmatische Perspektive sind solche Ansätze ein geeignetes Planungsinstrument, für eine realitätsnahe Analyse räumlicher Einkaufsentscheidungen – insbesondere auf der kleinräumigen Ebene, z.B. der stadträumlich differenzierenden Ebene – ist dagegen die Annahme der Nearest-Center-Hypothese als wenig geeignet anzusehen, da sich dort die Wettbewerbssituation in räumlicher Hinsicht (Standortwettbewerb) eher polyopolistisch als monopolistisch darstellt (s.o.).

Ein wahrscheinlichkeitsorientierter Modellansatz hingegen berücksichtigt die Entscheidungssituation, dass mehrere Alternativen vorhanden sind. Inwieweit die Alternativen relevant für die Entscheidungssituation sind, kann z.B. durch ihre Wirksamkeit aufgrund ihrer Attraktivität und ihrer Erreichbarkeit sowie durch ergänzende heuristische Regeln festgelegt werden (vgl. KLEIN 1992). Beide Faktoren gehen in die Formulierung des probabilistischen Modellansatzes nach HUFF ein:

$$P_{ij} = \frac{\frac{A_j}{d_{ij}^2}}{\sum_{j=1}^m \frac{A_j}{d_{ij}^2}}$$

Daraus folgt, dass die Prüfung der Eignung dieses Modells anhand des in diesem Modell formulierten funktionalen Zusammenhangs, das die Situation von Wahlalternativen berücksichtigt, erfolgen muss und nicht allein durch die Distanzfunktion.

Die Untersuchung dieser Fragestellung folgt drei Zugängen: einem experimentellen, einem formalen und einem methodischen Zugang.

3 Experimentelle Parametrisierung des Modellansatzes

Das mathematische Experiment lässt sich mit Hilfe eine Tabellenkalkulation durchführen. Der Aufbau der Tabelle berücksichtigt die Variation der Distanz sowie der Größen von dem jeweils als Ausgangspunkt betrachteten Angebotsort und der konkurrierenden Standorte. Die Wahlalternativen werden hier nicht differenziert, sondern in Form eines zweiten Standorts als globale Größe angenommen. Ziel des Experiments ist, die Wirkungen der

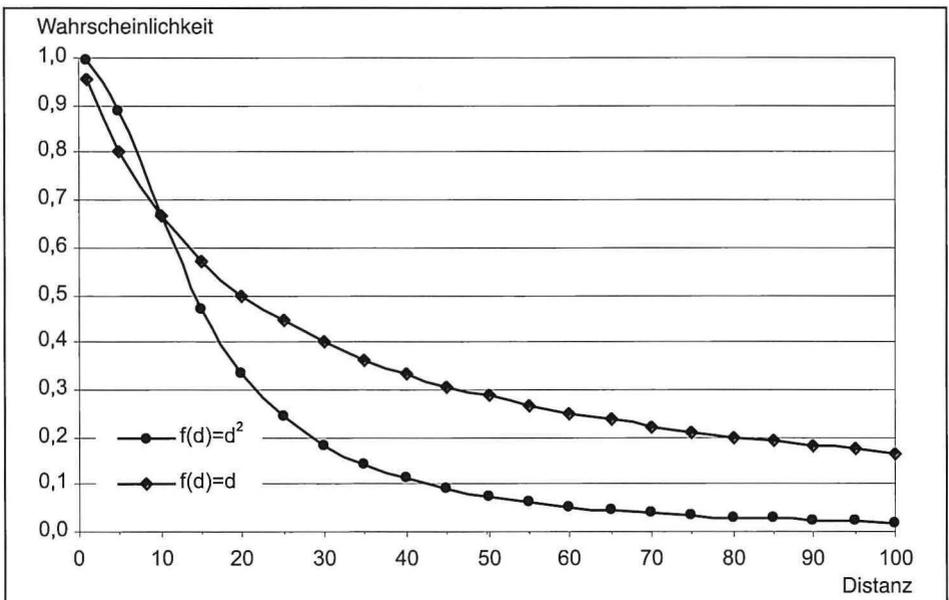
jeweiligen Einfluss nehmenden Faktoren auf die Wahrscheinlichkeitsfunktion zu analysieren. Den Aufbau der Tabelle zeigt Abb. 1:

Abb. 1: Aufbau des Berechnungsschemas für die Wahrscheinlichkeitsfunktion nach dem Huff-Modell bei einem konkurrierenden Anbieter

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Experimentielle Modellvariation								
2									
3	A1	A2	d12						
4	1000	500	10	← Attraktivität von Angebotsort 1 ← Attraktivität von Angebotsort 2 ← Distanz zwischen den Angebotsorten 1 und 2					
5									
6					d^1				
7	d	A1/d	A2/d	$\Sigma A/d$	p12	A1/d^2	A2/d^2	$\Sigma A/d^2$	p12
8	1	1000	50	1050	0,952	1000	5	1005	0,995
9	5	200	50	250	0,800	40	5	45	0,889
10	10	100	50	150	0,667	10	5	15	0,667
11	15	67	50	117	0,571	4	5	9	0,471
12	20	50	50	100	0,500	3	5	8	0,333
13	25	40	50	90	0,444	2	5	7	0,242

Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 2: Veränderung der Wahrscheinlichkeit für Angebotsort 1 in Abhängigkeit von der Distanz bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=10$

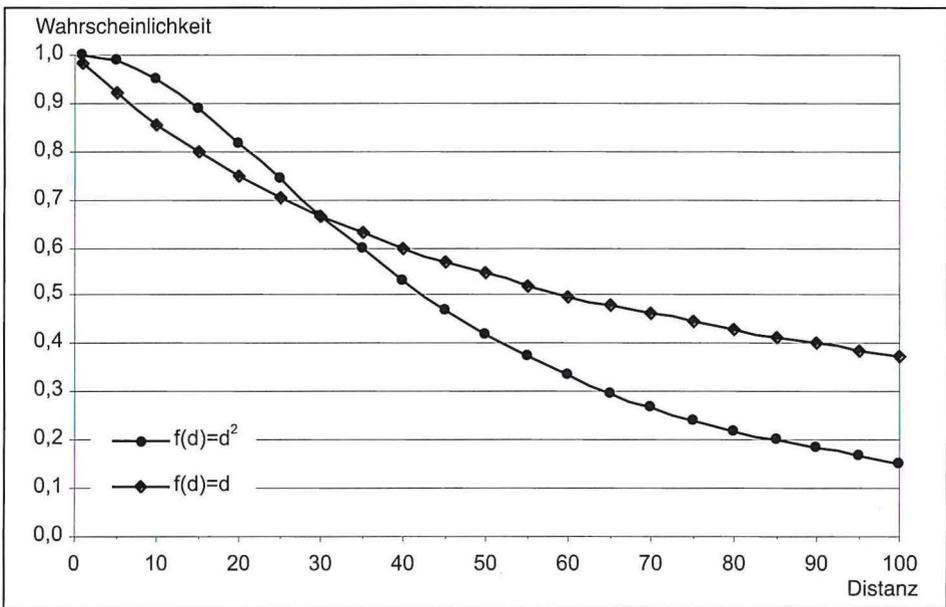


Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Die Variation der Wahrscheinlichkeiten in Angebotsort 1 einkaufen zu gehen unter der Voraussetzung, dass sich die Attraktivität des Angebotsorts 2 (A2) nicht ändert, in Abhängigkeit der Distanzfunktionen $f(d)=d$ und $f(d)=d^2$ zeigt Abb. 2. Dabei wird angenommen, dass sich der konkurrierende Anbieter in einer Entfernung von $d=10$ befindet. In den Abb. 2 bis 15 und 18 ist auf der Abszisse die Distanz abgetragen, auf der Ordinate die Wahrscheinlichkeit.

Es zeigt sich, dass die unterschiedlichen Distanzfunktionen sich bei ähnlichen Distanzen, d.h. Werten in der Nähe von $d=10$ nicht sehr deutlich auswirken. In dem Intervall $[0,10]$ liegen die Kurven sehr nahe beieinander. Erst ab $d=20$ unterscheiden sich die Wahrscheinlichkeiten der beiden Funktionen erheblich. Variiert man die fixe Entfernung zu Angebotsort von $d=10$ zu $d=30$ ergibt sich der Kurvenverlauf in Abb. 3, der die geringen Unterschiede bei ähnlichen Distanzen bestätigt. Hier wird außerdem deutlich, dass die Wahrscheinlichkeiten des Potentialmodells bei der Distanzfunktion $f(d)=d^2$ eine Kurve mit einem s-förmigen Verlauf abbilden. Betrachtet man hingegen lediglich die Distanzfunktion $y=1/d^2$ für sich, zeigt sich ein hyperbolischer Verlauf.

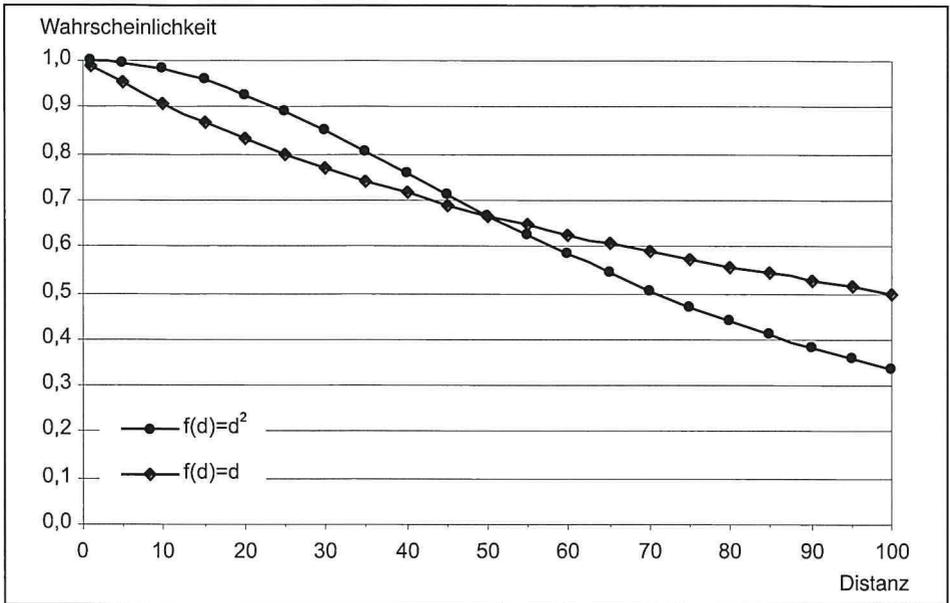
Abb. 3: Veränderung der Wahrscheinlichkeit für Angebotsort 1 in Abhängigkeit von der Distanz bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=30$



Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

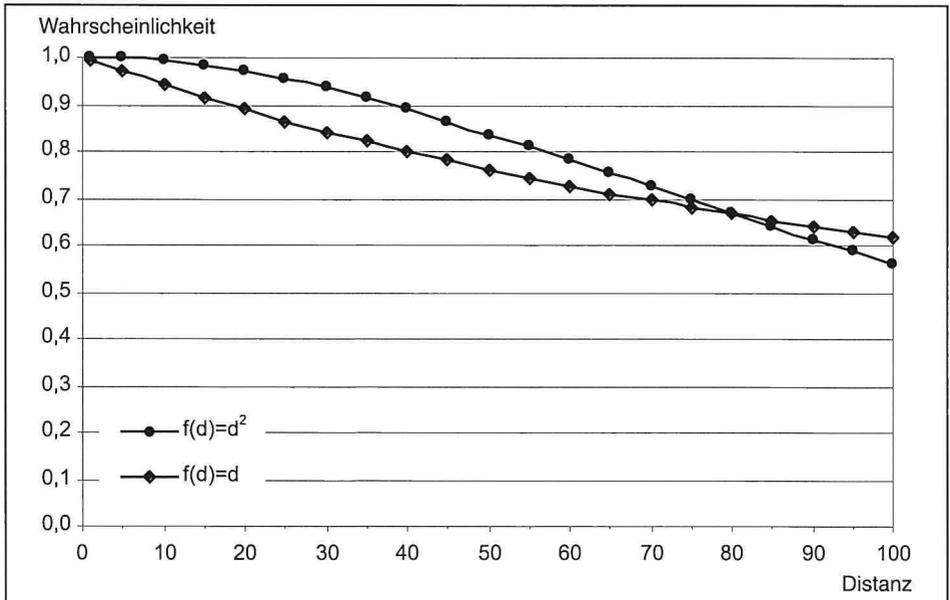
Erhöht man die Distanz zu Angebotsort 2 auf $d=50$ bzw. $d=80$ wird deutlich, dass die Funktionen einen zunehmend flacheren Verlauf annehmen, wodurch sich die daraus resultierenden Wahrscheinlichkeiten weiter annähern. Der s-förmige Verlauf der Funktion für die Wahrscheinlichkeiten ist nur noch ansatzweise erkennbar (vgl. Abb. 4 und 5).

Abb. 4: Veränderung der Wahrscheinlichkeit für Angebotsort 1 in Abhängigkeit von der Distanz bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=50$



Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 5: Veränderung der Wahrscheinlichkeit für Angebotsort 1 in Abhängigkeit von der Distanz bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=80$



Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

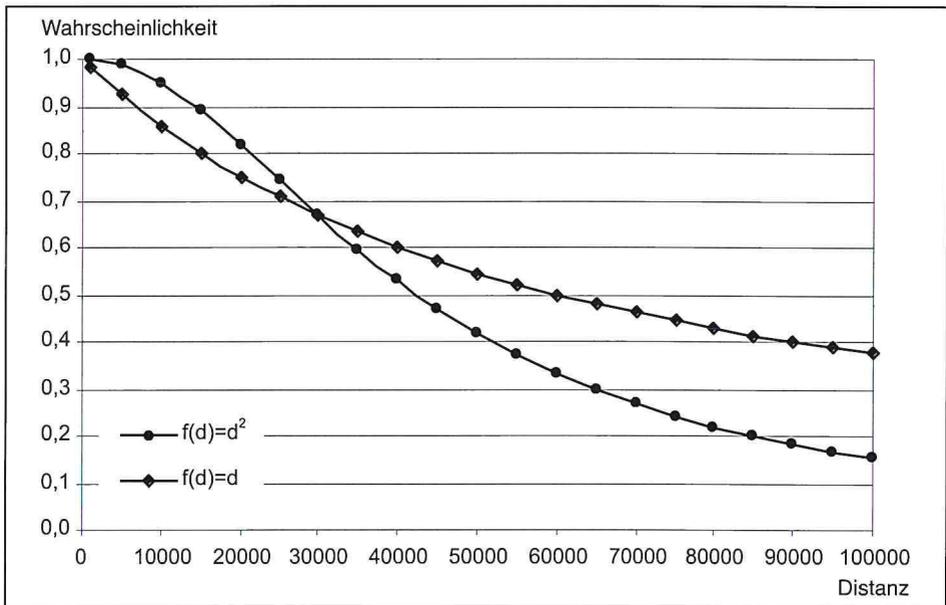
Die Distanzwerte in dem Beispiel können als metrische Entfernungen mit der Einheit Kilometer oder auch als Reisezeit mit der Einheit Minuten interpretiert werden. In beiden Fällen zeigen die Funktionsverläufe die Wahrscheinlichkeiten als abhängige Variable von real bzw. empirisch möglichen Distanzwerten.

In einem nächsten Schritt soll der Frage nachgegangen werden, ob sich die gefundenen Zusammenhänge bestätigen lassen, wenn die Einheiten für die Distanz verändert werden. Dadurch ändert sich der Wertebereich, auf den die Distanzfunktionen angewendet werden. So ist zum einen eine Dehnung des Wertebereichs möglich, indem anstelle von Kilometern Meter bzw. anstelle von Minuten Sekunden verwendet werden, und zum anderen eine Stauchung durch die Vergrößerung der Bezugseinheit. Bei der Reisezeit könnte die Entfernung in Stunden gemessen werden, bei der metrischen Entfernung ließe sich für diesen Zweck als künstliche Einheit „100-Kilometer“ definieren. Die Folge der Stauchung ist eine stärkere Berücksichtigung der Funktionsverläufe bei sehr kleinen Werten, auch bei Werten unter 1. Es kann aufgrund der vorangegangenen Abbildungen vermutet werden, dass der s-förmige Verlauf der Wahrscheinlichkeitsfunktion bei der quadrierten Distanz stärkere Bedeutung erhält.

Die Abbildungen 6 und 7 zeigen bei konstanten Entfernungen $d=30000$ bzw. $d=80000$, dass sich die Kurvenverläufe durch eine Streckung gegenüber dem ursprünglichen Wertebereich überhaupt nicht verändern.

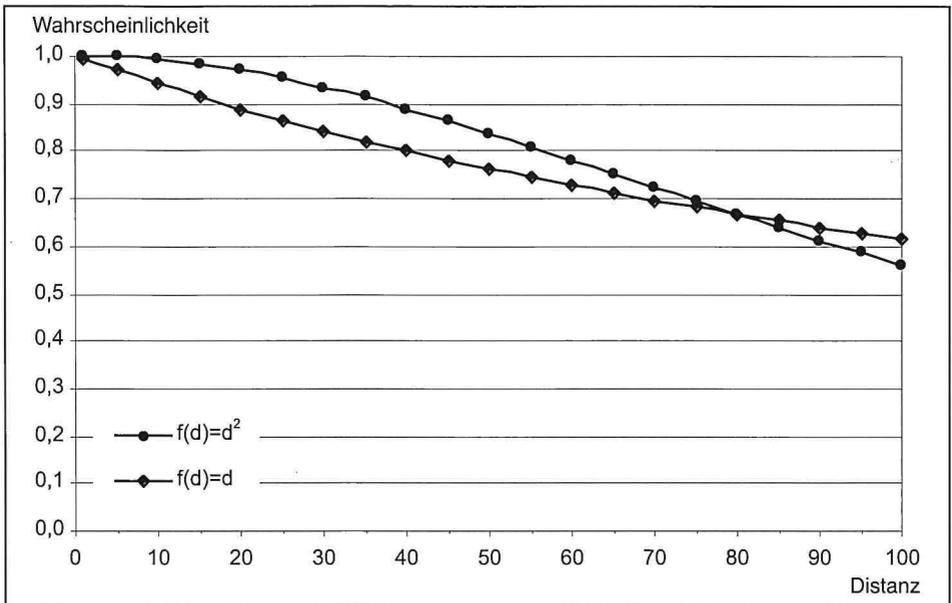
Gleiches ist allerdings auch für die Stauchung des Wertebereichs festzustellen (vgl. Abb. 8 und 9).

Abb. 6: Veränderung der Wahrscheinlichkeit für Angebotsort 1 in Abhängigkeit von der Distanz bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=30000$ und Streckung des Wertebereichs für die Distanz



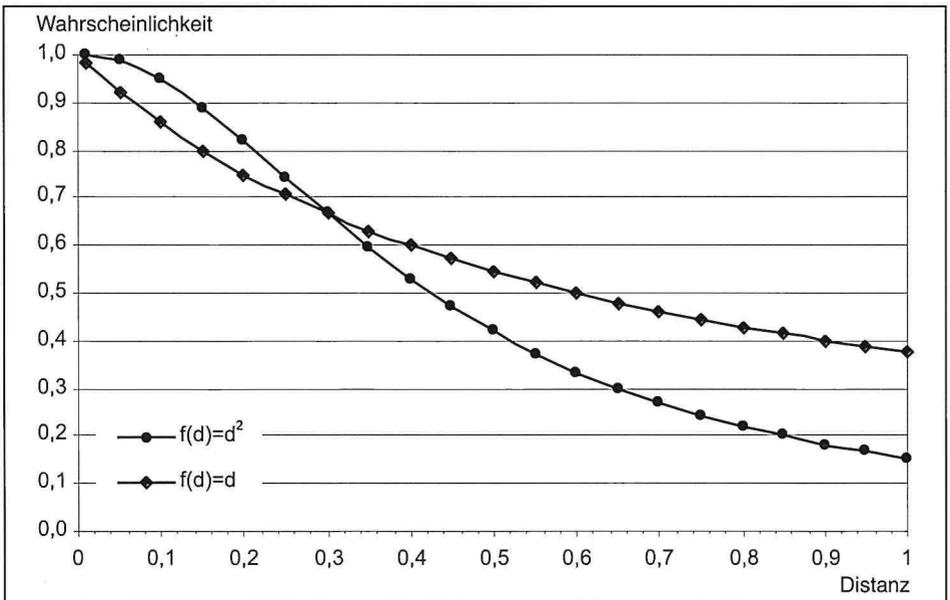
Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 7: Veränderung der Wahrscheinlichkeit für Angebotsort 1 in Abhängigkeit von der Distanz bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=80000$ und Streckung des Wertebereichs für die Distanz



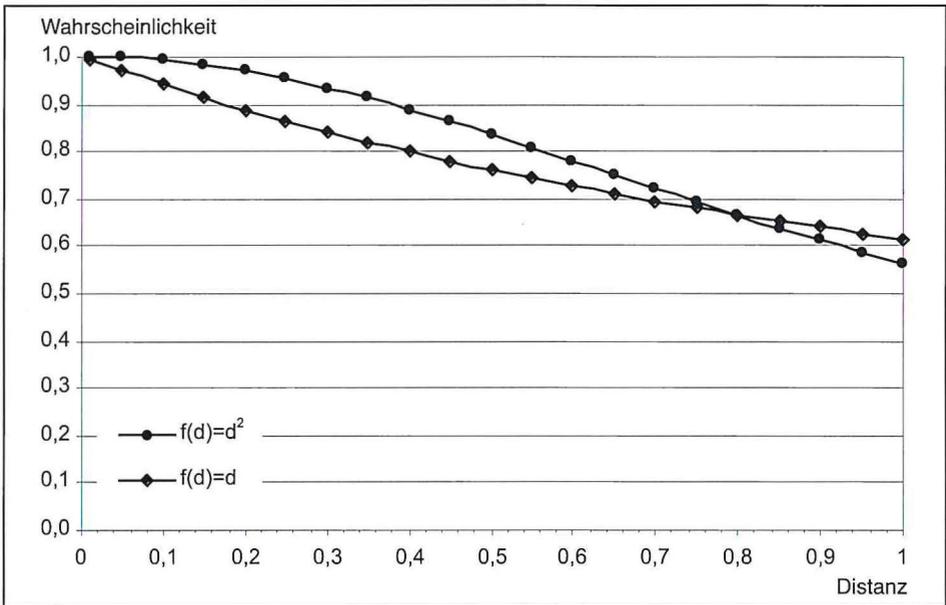
Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 8: Veränderung der Wahrscheinlichkeit für Angebotsort 1 in Abhängigkeit von der Distanz bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=0,3$ und Stauchung des Wertebereichs für die Distanz



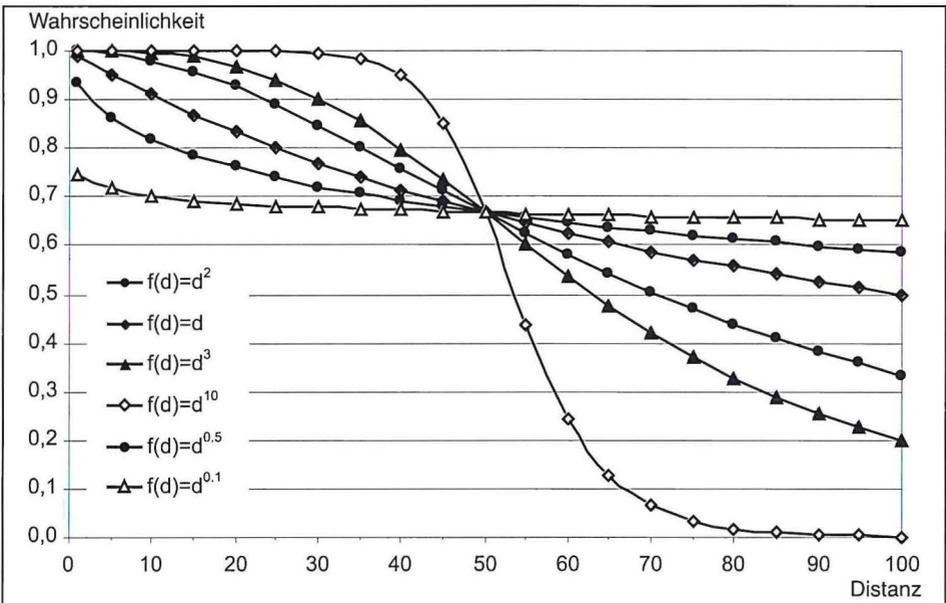
Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 9: Veränderung der Wahrscheinlichkeit für Angebotsort 1 in Abhängigkeit von der Distanz bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=0,8$ und Stauchung des Wertebereichs für die Distanz



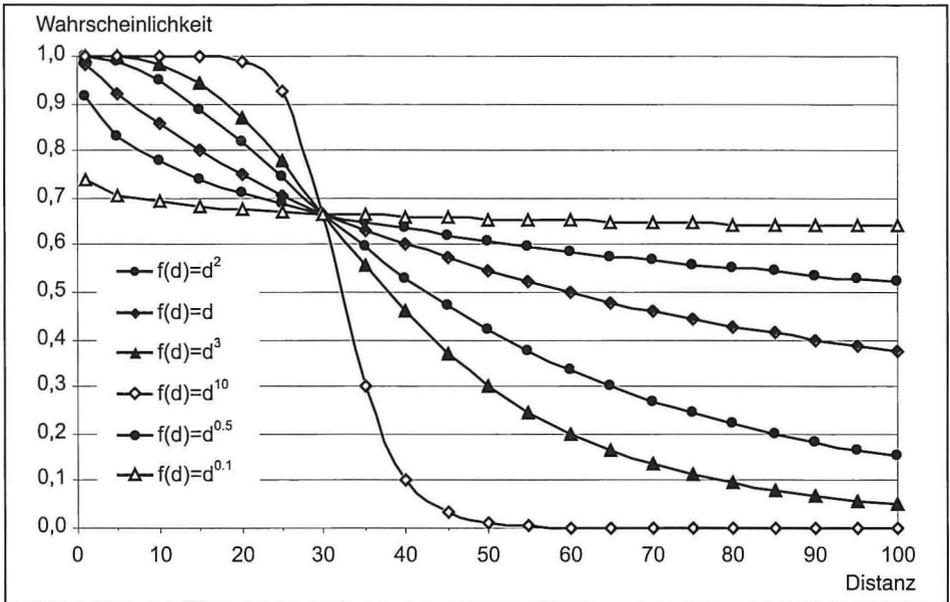
Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 10: Veränderung der Wahrscheinlichkeitsfunktion durch Variation des Distanzexponenten bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=50$



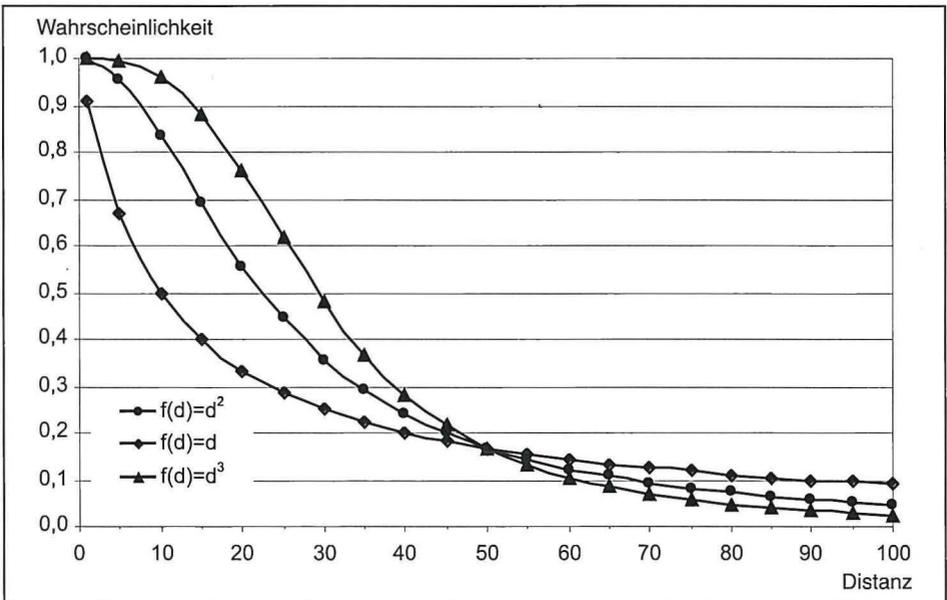
Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 11: Veränderung der Wahrscheinlichkeitsfunktion durch Variation des Distanzexponenten bei konstanter Entfernung zu Angebotsort 2 von $d=30$



Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb. 12: Veränderung der Wahrscheinlichkeitsfunktion durch Variation des Distanzexponenten bei Verzehnfachung der Attraktivität von Angebotsort 2 ($d=50$)



Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Es kann also festgestellt werden, dass sich die Veränderung des Wertebereichs der Distanz allein nicht auf die Höhe der Wahrscheinlichkeiten auswirkt.

Unter Beibehaltung des Wertebereichs $[0,100]$ für die Distanz soll nun untersucht werden, wie sich die Variation des Exponenten der Distanz auf die Wahrscheinlichkeiten auswirkt. Für verschiedene Exponenten sind in Abb. 10 bzw. Abb. 11 die Wahrscheinlichkeitsfunktionen dargestellt. Größer werdende Exponenten verursachen eine stärkere Auslenkung des s-förmigen Kurvenverlaufs.

Daraus folgt, dass zwar nicht die Veränderung des Wertebereichs, wohl aber die Veränderung des Distanzexponenten einen deutlichen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeiten nimmt. Das bestätigt die anfangs getroffene Feststellung, dass Unterschiede bei den Wahrscheinlichkeiten eher dann vorhanden sind, wenn auch die distanziellen Relationen deutlich unterschiedlich sind. Durch höhere Exponenten werden diese Unterschiede der Entfernungen gespreizt, und ihr Einfluss auf die Ausprägung der Wahrscheinlichkeiten nimmt zu.

In ähnlicher Weise wie die distanziellen Relationen verhalten sich auch die Unterschiede der Attraktivitäten. Wird die Attraktivität des konkurrierenden Angebotsorts 2 verzehnfacht, zeigen sich auch für kleine Distanzen erhebliche Unterschiede bei den Wahrscheinlichkeiten (vgl. Abb. 12).

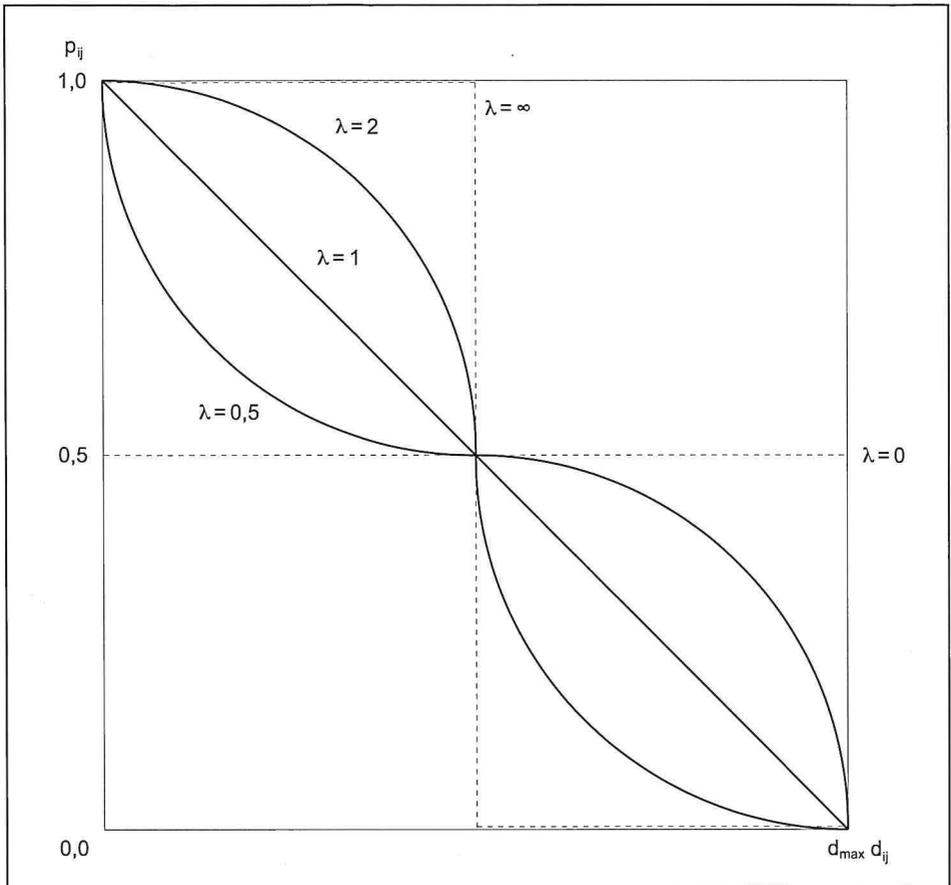
Insgesamt zeigen diese experimentellen Untersuchungen, dass bei Verwendung von Distanzexponenten von 2 und größer das HUFF-Modell für die Zielgröße der Einkaufswahrscheinlichkeit einen s-förmigen Verlauf hat. Dieser Verlauf ist umso stärker ausgeprägt, je größer der Exponent ist. Für die Modellierung empirischer Wahrscheinlichkeiten bedeutet dieses Ergebnis, dass sich ein „Plateau-Effekt“ tatsächlich vorhandener Einkaufsorientierungen in geeigneter Weise durch den probabilistischen Modellansatz unter Verwendung einer negativen zumindest quadratischen Distanzfunktion abbilden lässt.

Bereits BUCKLIN (1971a, 1971b) hat auf den s-förmigen Verlauf der Wahrscheinlichkeitsfunktion hingewiesen. In seinen Überlegungen ging er von zwei konkurrierenden Standorten aus und zeigte in seinem Modell (vgl. Abb. 13) die Auswirkungen der Parametrisierung des HUFF-Modells. Seine Betrachtung verdeutlicht auch die extreme Ausprägung der Wahrscheinlichkeitsfunktion, wenn der Exponent für die Distanz gegen unendlich geht. In diesem Fall entsteht wieder – wie oben beschrieben – eine eindeutige Zuordnung von Nachfrageorten zu dem einen oder anderen Angebotsort. Anders ausgedrückt impliziert die Nearest-Center-Hypothese, dass die Distanz *per se* als sicheres Ereignis die räumliche Einkaufsentscheidung zumindest vorbestimmt.

4 (Shepard-)Interpolation als Lösung

Der entscheidende Schritt zur Entdeckung des funktionalen Zusammenhangs zwischen der Variation einer Distanzvariablen und einer abhängigen Variablen wie im vorliegenden Fall der Einkaufswahrscheinlichkeit liegt im Grunde recht nahe. Nichts anderes wird mit der Interpolation unternommen. Hier ist zu unterscheiden. Traditionell wird zwischen zwei Punkten bzw. Orten entlang einer Linie interpoliert, wie z.B. bei der Erstellung von Höhenprofilen aus topographischen Karten. Diese Vorgehensweise ist bei einer flächen-

Abb. 13: Auswirkung des Distanzexponenten auf die Wahrscheinlichkeitsfunktion im HUFF-Modell bei zwei Angebotsorten



Quelle: eigene Darstellung nach Bucklin 1971 b, S. 31

haften Betrachtungsweise nicht mehr adäquat. Die Bezugspunkte sind nicht mehr nur entlang einer Linie, wie z.B. der Abszisse im kartesischen Koordinatensystem, vorhanden, sondern auf einer Fläche. Damit werden die Bezüge aber nicht räumlich stetig, sondern sind an Punkte gebunden. Diese Punkte sind gleichbedeutend mit den räumlich diskreten Standorten von Einzelhandelsbetrieben.

Das HUFF-Modell bezieht sich als probabilistischer Ansatz auf ein Netz von solchen Standorten. Betrachtet man nicht nur einen einzelnen Angebotsort, sondern gleichzeitig mehrere auf einer Fläche verteilte Standorte, ist das Ergebnis des Modells eine kontinuierliche Oberfläche, welche die Einkaufswahrscheinlichkeiten repräsentiert.

Zur Ableitung einer solchen Oberfläche sind also prinzipiell Verfahren geeignet, die mehrere Standorte bzw. Stützstellen und die Entfernungen zu ihnen berücksichtigen. Für jeden Punkt der Fläche mit den Koordinaten x und y wird in Abhängigkeit von der Distanz zu den benachbarten Stützstellen ein Funktionswert ermittelt. Die Funktionswerte der ein-

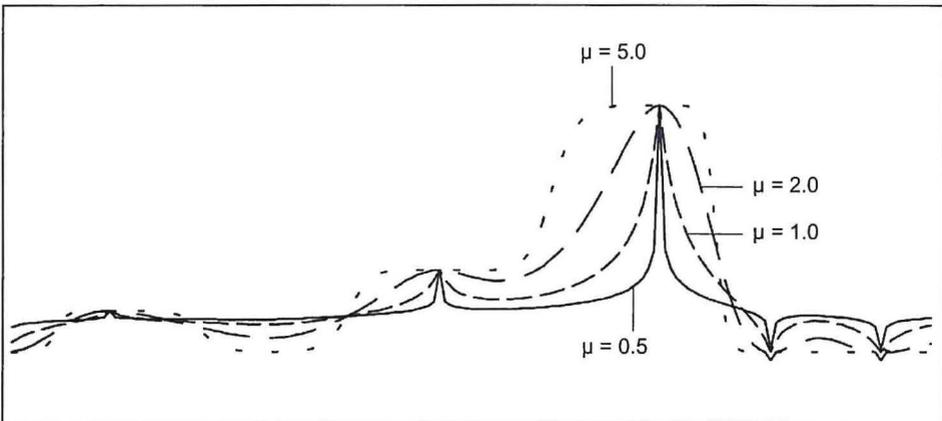
zelen Punkte bilden insgesamt eine Oberfläche. Das adäquate Verfahren für diese Fragestellung ist die Shepard-Interpolation. Dieses Verfahren wird z. B. bei der Bildverarbeitung oder in Geographischen Informationssystemen eingesetzt. Der Funktionswert z eines Punktes mit den Koordinaten x und y wird berechnet nach:

$$z(x, y) = \frac{\frac{1}{d_i^\mu}}{\sum \frac{1}{d_i^\mu}}$$

Die d_i sind die Entfernungen der Interpolationspunkte zu den jeweiligen Stützstellen, die mit den Standorten der Betriebe vergleichbar sind. Die Formel der Shepard-Interpolation ähnelt der Berechnungsvorschrift des HUFF-Modells. Allerdings geht in die Interpolation nur die Distanz und keine weitere Variable ein. Daher nehmen die Stützstellen immer exakt den Wert 1 an.

Betrachtet man ersatzweise für die Oberfläche vereinfachend einen Querschnitt, zeigt sich der Funktionsverlauf über mehrere Stützstellen bzw. Angebotsorte hinweg. Der s-förmige Funktionsverlauf ist in der Regel nur im oberen Teil sichtbar. Der untere Teil hat eine relativ geringe Bedeutung, weil jenseits des Indifferenzpunkts zwischen benachbarten Angebotsorten der Funktionswert wieder steigt. Deutlich erkennbar ist der oben beschriebene Plateau-Effekt. Der Verlauf der verschiedenen Funktionen in Abb. 14 bestätigt den s-förmigen Verlauf für Exponenten von 2 und größer.

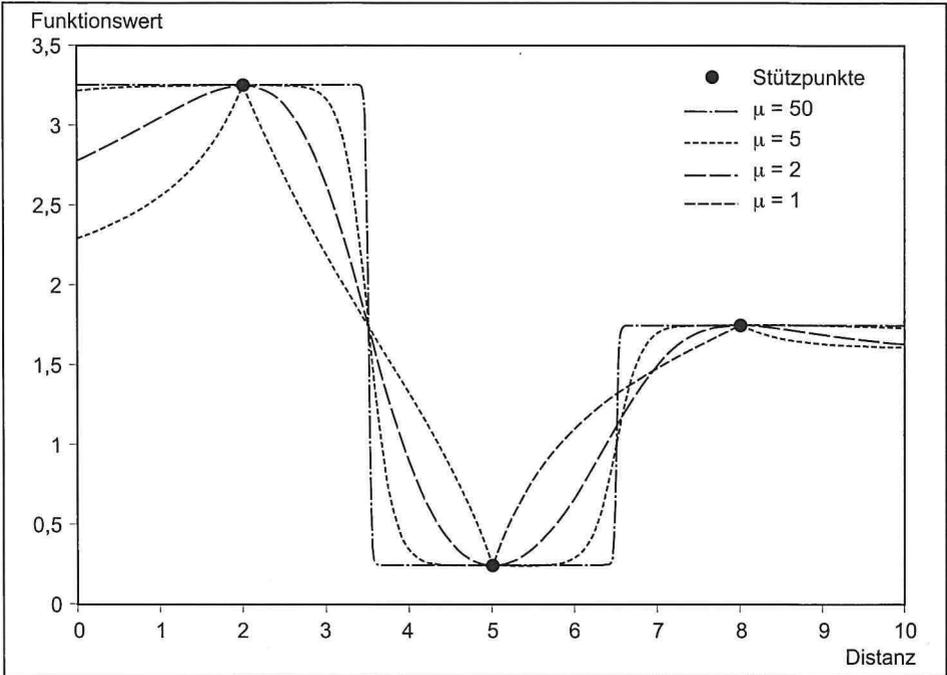
Abb. 14: Wirkung unterschiedlicher Werte für den Distanzexponenten μ



Quelle: Smile Consult 2005, S. 6

Auch bei der Bilddarstellung wird dieses Interpolationsverfahren zur Erhöhung der Detailschärfe eingesetzt. Untersuchungen zeigen die Wirkungen unterschiedlicher Distanzexponenten auf die Abbildung des Realobjekts (vgl. DÖTTER 2005). Abb. 15 zeigt exemplarisch sowohl den s-förmigen Kurvenverlauf für die Distanzexponenten 2 und 5 als auch den Übergang zu der nahezu eindeutigen Trennung der Zuordnungen von Punkten zu den Stützstellen bei sehr hohen Werten für den Distanzexponenten.

Abb. 15: Effekt unterschiedlicher Werte des Distanzexponenten bei der Bildinterpolation



Quelle: DÖTTER 2005, S. 63

5 Analyse mittels Geographischen Informationssystemen

Abschließend wird die Betrachtung der funktionalen Zusammenhänge in dem kartesischen Koordinatensystem durch eine Betrachtung von mehreren Standorten in der Fläche ergänzt. Die Funktionswerte bilden hier zusätzlich zu den Lagekoordinaten eine dritte Dimension, so dass dementsprechend zur Visualisierung prinzipiell auch dreidimensionale Darstellungen möglich sind. Ersatzweise wird in diesem Beitrag zunächst eine Isoliniendarstellung verwendet, da die Abstände der Isolines den Funktionsverlauf deutlicher herausstellen als kontinuierliche Oberflächen.

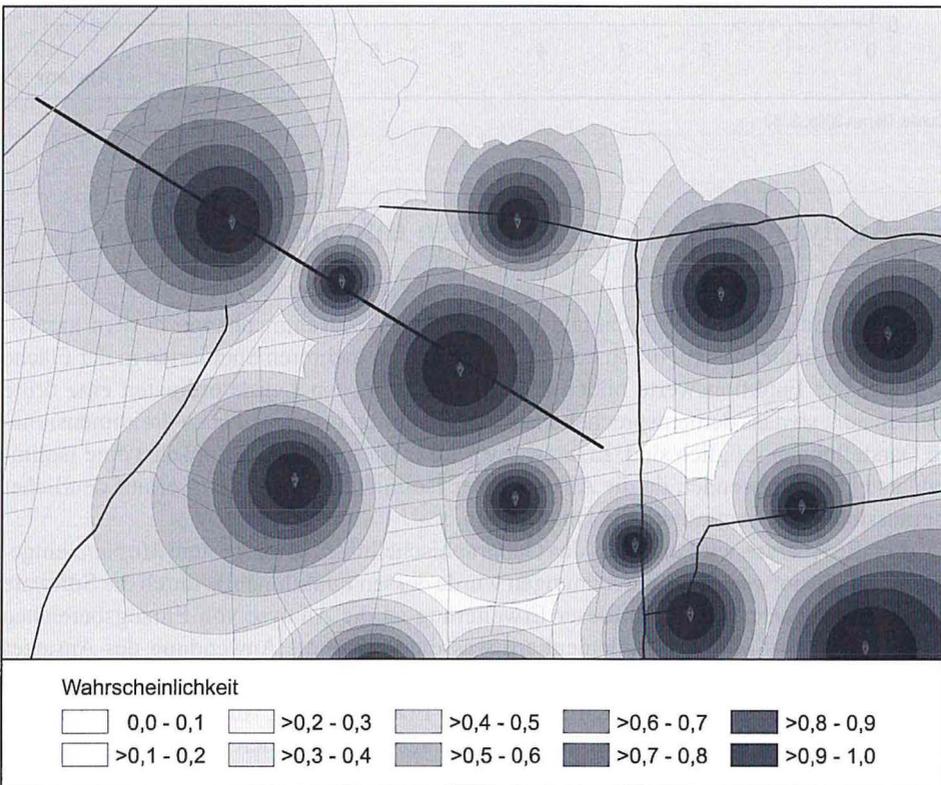
Für die Analyse wird als Basis das Geographische Informationssystem *Mapinfo* eingesetzt. Für die notwendigen Berechnungen wurde dessen Funktionalität durch die Software *Vertical Mapper* erweitert. In dieser Erweiterung ist die Analyse von Einzugsbereichen mittels des HUFF-Modells implementiert, was die verbreitete Anwendung des Ansatzes unterstreicht. Zur Visualisierung der Ergebnisse des Modells wird auf einen mitgelieferten Beispieldatensatz zurückgegriffen, der zwei Ebenen enthält. Auf der einen Ebene liegen Stadtstrukturelemente als räumliche Grundlage, auf der anderen Ebene liegen Angebotsstandorte, denen eine Attraktivität zugewiesen worden ist. Mittels des Modells erfolgt eine Interpolation zwischen diesen Standorten, so dass eine stetige Oberfläche generiert

wird, welche die Einkaufswahrscheinlichkeit wiedergibt. Das Ergebnis ist ein Raster, das kartographisch in verschiedener Form dargestellt werden kann.

Die Abbildungen 16 und 17 zeigen die Einkaufswahrscheinlichkeiten mit einer äquidistanten Klasseneinteilung. Zur besseren Lesbarkeit ist eine Schnittlinie eingefügt, die über drei ausgewählte Standorte verläuft. Richtet man die Betrachtung auf diese Linie, ist erkennbar, dass die Klasse mit der größten Wahrscheinlichkeit ($p \geq 0,9$) eine vergleichsweise große Ausdehnung hat. Die beiden nächsten Klassen sind schmaler und die Klassen unterhalb einer Wahrscheinlichkeit von 0,7 werden wieder breiter. Das bedeutet, dass die Einkaufswahrscheinlichkeiten im Nahbereich zunächst nur langsam fallen, im weiteren Verlauf dann stärker, und schließlich im unteren Bereich erneut nur sehr langsam abnehmen. Diese Charakteristik tritt noch deutlicher hervor, wenn der Distanzexponent 3 verwendet wird (vgl. Abb. 17).

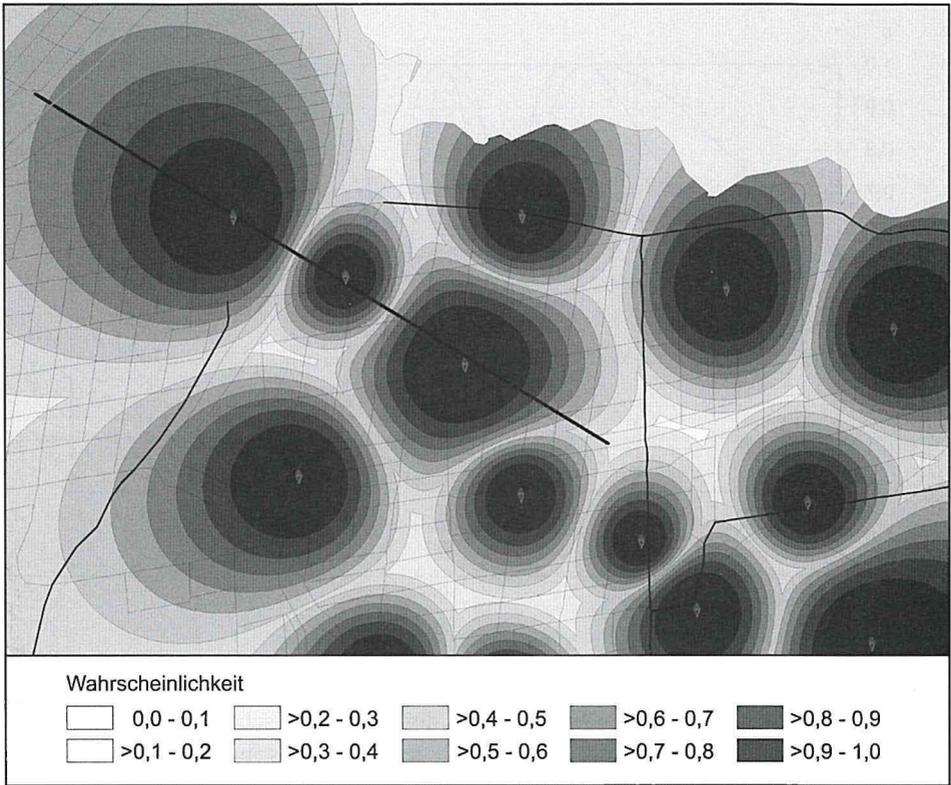
Es ist hier darauf hinzuweisen, dass die graphische Darstellung als Aufsicht bzw. als Oberfläche zur Folge hat, dass bei eng zusammen liegenden Angebotsorten die Wahrscheinlichkeiten nur bis zu einem Indifferenzpunkt abnehmen. Das hat den Vorteil, dass die jeweiligen Marktgebiete deutlich erkennbar werden. Nachteilig ist, dass die Überlage-

Abb.16: Einzugsbereiche und Einkaufswahrscheinlichkeiten unter Verwendung des Distanz-exponenten 2



Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Abb.17: Einzugsbereiche und Einkaufswahrscheinlichkeiten unter Verwendung des Distanz-exponenten 3



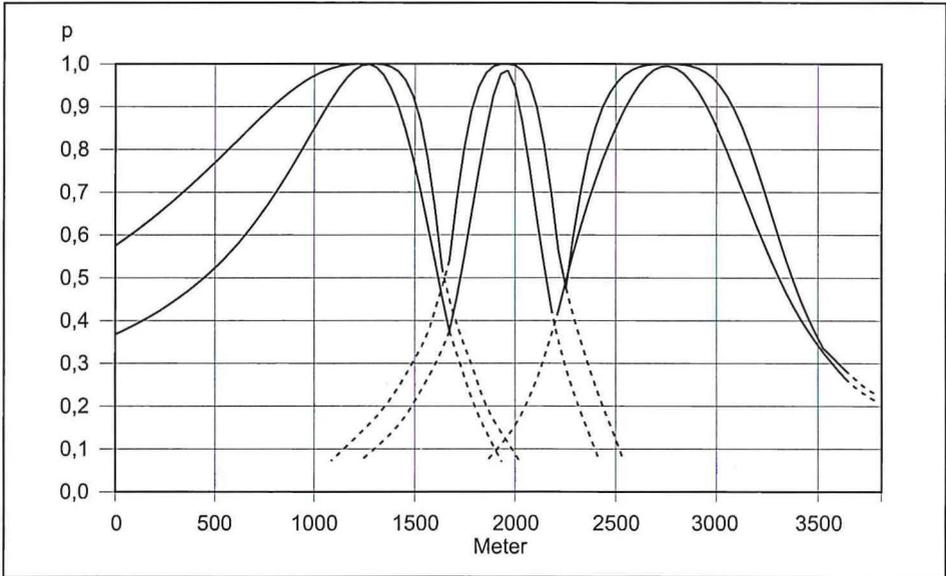
Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

zung der Zuordnungen, die das Ergebnis des probabilistischen Ansatzes sind, auf diese Weise nicht dargestellt werden können. Prinzipiell setzt sich gemäß dem Modell die Abnahme der Wahrscheinlichkeit auch jenseits der Grenze fort, so dass sich für einen dort liegenden Punkt zwei oder mehr Wahrscheinlichkeiten für die konkurrierenden Angebotsorte ergeben, die sich überlagern. Diese Wahrscheinlichkeiten können für weitere Analysen verwendet werden, z.B. für die Aufteilung der an dem Nachfrageort vorhandenen Kaufkraft zur Prognose des Umsatzes an den Angebotsorten. Für die Untersuchung der Fragestellung dieses Beitrags kann die visualisierte räumliche Variation der Einkaufswahrscheinlichkeit allerdings als hinreichend angesehen werden.

Ergänzend ist in Abbildung 18 der beschriebene Funktionsverlauf für die Verwendung der beiden Exponenten 2 und 3 in dem Huff-Modell entlang der in den Abbildungen 16 und 17 gezeichneten Schnittlinie dargestellt. Da es sich um ein Modellbeispiel handelt, sind die in der Abszisse verwendete Einheit und die Distanzwerte nicht von Bedeutung.

Die dreidimensionale Darstellung der Einkaufswahrscheinlichkeiten illustriert ergänzend zu den vorangegangenen experimentellen und methodischen Überlegungen, dass mittels des HUFF-Modells berechnete Wahrscheinlichkeiten einen s-förmigen Verlauf auf-

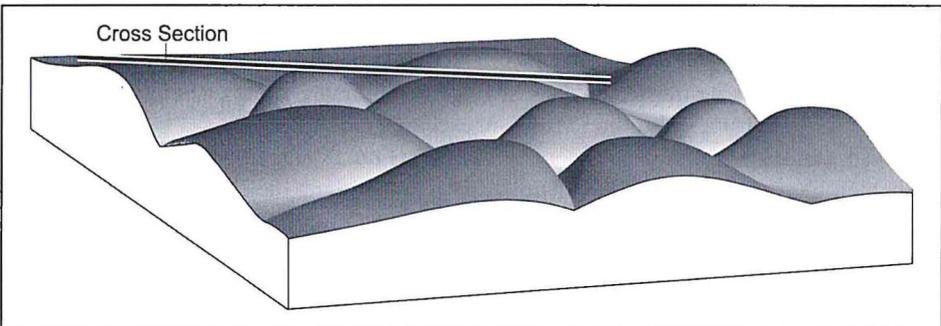
Abb. 18: Verlauf der Wahrscheinlichkeitsfunktion für die Distanzexponenten 2 und 3 im Vergleich entlang einer Schnittlinie



Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

weisen (vgl. Abb. 19). Mit Bezug auf die Ergebnisse empirisch erhobener Wahrscheinlichkeiten kann daraus abgeleitet werden, dass der probabilistische Ansatz in Form des HUFF-Modells für deren Modellierung prinzipiell geeignet ist. Es sind weiterführende Untersuchungen notwendig, die vorliegenden Überlegungen in empirische Studien aufzunehmen und die Anpassung der Wahrscheinlichkeiten nicht nur über die Modifikation der Distanzfunktion selbst, sondern über die Parametrisierung des Modellansatzes insgesamt vorzunehmen.

Abb. 19: Dreidimensionale Darstellung der Einkaufswahrscheinlichkeit bei Verwendung des Distanzexponenten 3



Quelle: Klein, eigene Berechnungen und Darstellung

Literatur

- CONVERSE, P.D. (1949): New Laws of Retail Gravitation. In: Journal of Marketing, 14, S. 379-390.
- BUCKLIN, L. P. (1971a): Retail Gravity Models and Consumer Choice: A Theoretical and Empirical Critique. In: Economic Geography 47, Heft 4/1971, S. 489-497.
- BUCKLIN, L. P. (1971b): Trade Area Boundaries: Some Issues in Theory and Methodology. In: Journal of Marketing Research 8, Heft 2/1971, S. 30-37.
- DÖTTER, M. (2005): Fluoroskopiebasierte Navigation zur intraoperativen Unterstützung orthopädischer Eingriffe. Dissertation (Fakultät für Informatik, TU München). München.
- HUFF, D. L. (1962): Determination of Intra-Urban Retail Trade Areas. Los Angeles.
- HUFF, D. L. (1963): A Probabilistic Analysis of Shopping Centre Trade Areas. In: Land Economics 39, Heft 1/1963, S. 81-90.
- HUFF, D. L. (1964): Defining and Estimating a Trading Area. In: Journal of Marketing 28, Heft 3/1964, S. 34-38.
- KLEIN, R. (1992): Dezentrale Grundversorgung im ländlichen Raum - Interaktionsmodelle zur Abschätzung von Nachfragepotentialen im Einzelhandel. Osnabrück. (= Osnabrücker Studien zur Geographie 12).
- KLEIN, R. (2005): Ökonomische Grundlagen der Wirtschaftsgeographie. In: SCHENK, SCHLIEPHAKE, K.; eds.: Allgemeine Anthropogeographie, 335-352. Gotha/Stuttgart.
- KULKE, E. (2006): Wirtschaftsgeographie. Stuttgart. (= Grundriss Allgemeine Geographie).
- MÜLLER-HAGEDORN, L. u. M. SCHUCKEL (1995a): Die Prognose des Umsatzes neuer Einkaufszentren mit Hilfe des Modells von HUFF – Theorie und Fallbeispiel (I). In: WISU – Das Wirtschaftsstudium 24, Heft 6/1995, S. 514-518.
- MÜLLER-HAGEDORN, L. u. M. SCHUCKEL (1995b): Die Prognose des Umsatzes neuer Einkaufszentren mit Hilfe des Modells von HUFF – Theorie und Fallbeispiel (II). In: WISU – Das Wirtschaftsstudium 24, Heft 7/1995, S. 597-603.
- REILLY, W.J. (1929): Methods for the Study of Retail Relationships. Texas. (= University of Texas Bulletin 2944).
- REILLY, W.J. (1931): The Law of Retail Gravitation. New York.
- SCHÄTZL, L. (2003): Wirtschaftsgeographie 1. Theorie. Stuttgart.
- SHEPARD, D. (1964) A Two-Dimensional Interpolation Function for Irregularly Spaced Data. In: ACM National Conference, 517–524.
- SMILE-CONSULT (2005): Approximationsverfahren. Methoden und Verfahren. (<http://www.smileconsult.de>)

Modellierung und Prognose von Marktgebieten am Beispiel des Möbeleinzelhandels

Christian Kanhäußer, München

1 Einleitung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Entfernungsfunktion des HUFF-Modells bzw. der mathematischen Verknüpfung der verwendeten Variablen, die diesem Modell zugrunde liegt, mit dem Ziel, die Prognosefähigkeit des HUFF-Modells zu verbessern. Die Entfernungsfunktion war bereits ein häufiges Thema der zahlreichen Verbesserungs- und Erweiterungsvorschläge zum HUFF-Modell, die seit seinem Erscheinen in den 60er Jahren, publiziert wurden. Nur war die Wahl einer bestimmten Entfernungsfunktion fast immer pragmatisch begründet. Hier soll gezeigt werden, dass die entscheidende Schwäche des Modells in der mathematischen Verknüpfung der verwendeten – das Einkaufsverhalten der Konsumenten repräsentierenden – Variablen liegt. Die Bestimmung und die Integration einer mathematischen Funktion, die diese Abnahme der Marktanteile mit der Entfernung den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend beschreiben kann, sind deshalb die zentralen Anliegen dieses Beitrags.

Es werden zunächst einige theoretische Überlegungen zur Entfernungsfunktion angestellt, auf denen die Begründung des Modifikationsansatzes aufbaut. Die Beantwortung der Forschungsfrage erfolgt schließlich zweigeteilt. In einem ersten Schritt wird anhand einer Regressionsanalyse der Umsatzdaten von 37 Möbelhäusern untersucht, durch welche mathematische Funktion sich die tatsächlichen Verläufe der Marktanteile nach Entfernung am besten abbilden lassen. Die Berechnungen zeigen auch, dass die von HUFF für die Distanzvariable verwendete Potenzfunktion nur eine suboptimale Wahl zur Approximation der IST-Werte der Marktanteile darstellt. Die sich aus der Regressionsrechnung ergebende Funktion wird dann in einem zweiten Schritt in das Modell von HUFF integriert. Anhand von zwei heterogen angelegten Beispielfällen wird die modifizierte Version mit dem bisherigen Modell verglichen und den realen Werten gegenübergestellt.

2 Die Entfernungsfunktion und der Entfernungskoeffizient

Der mit Sicherheit spannendste und interessanteste Aspekt der Diskussion des probabilistischen Potentialansatzes von Huff ist die Frage, mit welcher Verknüpfungsvorschrift die tatsächliche Entfernung in die vom Konsumenten wahrgenommene Entfernung überführt

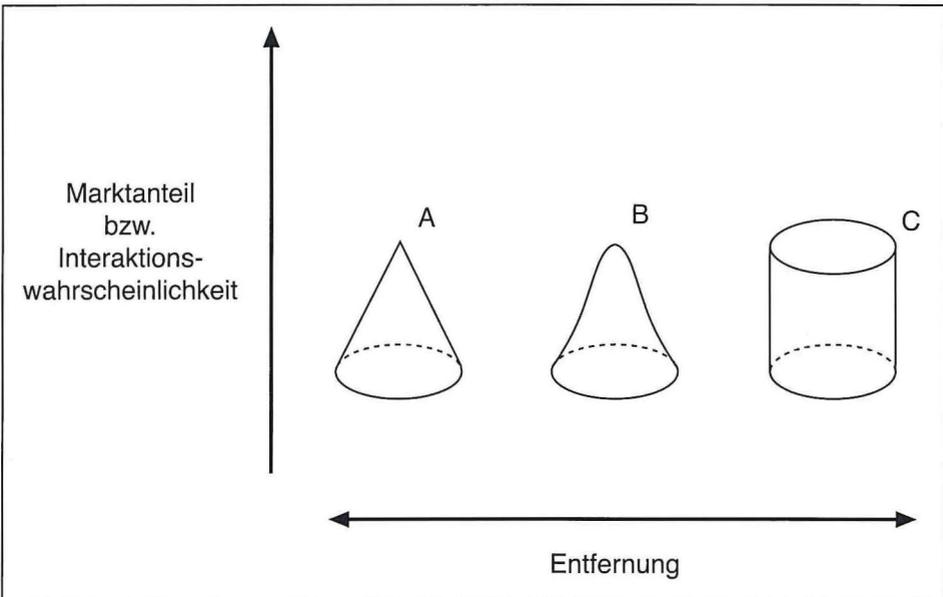
werden soll. Die Entfernungsfunktion gibt den Einfluss der Entfernung auf die räumlichen Interaktionen von Personen oder Gruppen wieder. Sie korrigiert bzw. reduziert sozusagen Interaktionsvolumina, wie sie ohne Entfernung auftreten würden (vgl. KEMMING 1980: S. 19).

Die Friktionswirkung des Raumes bzw. die Entfernungsfunktion, die diesen reduzierenden Effekt abbildet, ist in der Physik massenunabhängig. Im Sinne der Schwerkraft sind Massen homogene Größen. Ökonomische Standorte haben dagegen eine heterogene Struktur. Jede Komponente dieser Struktur hat eine individuelle Relation zur Entfernung. Der dämpfende Einfluss der Entfernung macht sich bei jedem betrachteten Phänomen auf eine andere Art und Weise bemerkbar. Daraus folgt, dass bei raumwirtschaftlichen Problemen von sehr vielen verschiedenen Entfernungsfunktionen ausgegangen werden muss (vgl. KAU 1970: S. 18).

Bei der Entfernungsfunktion handelt es sich also allgemein gesprochen um eine monoton fallende Funktion der Entfernung. Sie hat ihr Maximum im Ursprung ihres Definitionsbereiches (im Angebotsstandort ist die Distanz gleich 0) und für große Entfernungen konvergiert sie gegen Null. Hinter dieser Entfernungsfunktion steht die Vorstellung, dass der Nutzen der Raumüberwindung bei gegebener Attraktivität eines Angebotsstandortes mit zunehmender Entfernung sinkt (vgl. KEMMING 1980: S. 20). Für den genauen Verlauf der Kurve sind viele Varianten denkbar. „Thus the number of possible 'distance decay' functions is great, the only criteria for choice being essentially a pragmatic one" (JENSEN-BUTLER 1972: S. 73; siehe dazu auch WILSON 1971: S. 29).

In Abb. 1 sind drei grundlegende Konzepte und ihre enthaltene Vorstellung von der Wirkung der Distanz zu sehen. In der Mitte der dreidimensionalen Nachfragekegel ist

Abb. 1: Nachfragekegel verschiedener Theorieansätze



Quelle: vgl. KIVELL/SHAW 1980: S. 101, eigene Bearbeitung

jeweils der betrachtete Angebotsstandort zu denken. Die Höhe entspricht dem Marktanteil dieses Standortes, der in Abhängigkeit von der Entfernung variieren kann. Kegel A vergegenwärtigt die theoretische Vorstellung des Ökonomen. Er geht von einer linearen Abnahme der Nachfrage mit der Entfernung aus, bis zu dem Punkt, an dem die Transportkosten das Produkt so teuer machen, dass keine Nachfrage mehr besteht. Somit würde er von einer linearen Entfernungsfunktion ausgehen:

$$f(d_{ij}) = t - \lambda \cdot d_{ij}$$

t, λ = Parameter (t = Schnittpunkt mit der y-Achse)

Der Nachfragekegel C (Zylinder) steht für die Nearest-Center-Hypothese aus der Theorie der Zentralen Orte. Dabei wird bekanntlich davon ausgegangen, dass die Nachfragewahrscheinlichkeit eines jeden Konsumenten des Marktgebietes gleich ist und den Wert 1 annimmt. Der Marktanteil des jeweiligen Nachfrageortes bleibt bis zum breaking-point, dem Punkt gleicher Anziehung zwischen dem betrachteten Standort und der angrenzenden Konkurrenzbetriebe, bei 100 %. Dort sinkt der Marktanteil sprunghaft auf Null, dafür beträgt der Marktanteil des Konkurrenzbetriebes ab diesem Punkt 100 %. Einzig die Entfernung definiert in diesem Ansatz das Einkaufsverhalten, jeder Nachfrageort wird dem Angebotsort zugeordnet, dem er am nächsten liegt.

Das gravitationstheoretische Konzept (Nachfragekegel B) geht ähnlich wie das der Ökonomen von einer sinkenden Interaktionswahrscheinlichkeit bei zunehmender Distanz aus, allerdings von einer nicht linearen Abnahme. HUFF benutzte in seinem Modell eine negative Potenzfunktion als Wahrnehmungsfunktion:

$$f(d_{ij}) = d_{ij}^{-\lambda} \quad \left(= \frac{1}{d_{ij}^{\lambda}} \right)$$

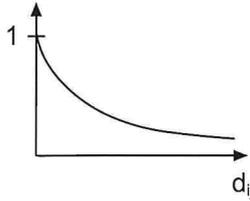
Die Verwendung dieser Entfernungsfunktion unterliegt jedoch keiner theoretischen Begründung. Daher gab es einige kritische Anmerkungen, diese Funktion „(...) need not necessarily give the best fit (...)“ (JENSEN-BUTLERN 1972: S. 72). Andere Funktionen könnten einen wesentlich besseren Beitrag zur Erklärung des tatsächlichen Einkaufsverhaltens leisten und sollten daher als mögliche Alternativen in Betracht gezogen werden (vgl. SHEPHERD/THOMAS 1980: S. 27). Die wichtigsten in der Literatur angesprochenen Entfernungsfunktionen werden daher in der Abb. 2 zusammengefasst.

Viele Autoren tendieren dazu, die Exponentialfunktion der Potenzfunktion vorzuziehen. Beide zeigen einen hyperbolisch sinkenden Verlauf, aber die Exponentialfunktion hat einen entscheidenden Vorteil: Für $d_{ij} = 0$ hat sie einen positiven und definierten Funktionswert. Das Problem der in der Entfernungsmatrix unbesetzten Hauptdiagonalen stellt sich daher nicht. Die Möglichkeit auch im eigenen Wohnort, also am Angebotsort selbst einzukaufen, war von HUFF nicht vorgesehen. Er ging in seinen Untersuchungen immer von der Annahme aus, dass die Kunden stets eine gewisse Distanz zu ihrem Einkaufsort zurücklegen (müssen). Bei einer Distanz von 0 würde in der Potenzfunktion der Nenner ebenfalls den Wert 0 annehmen, eine Division wäre daher mathematisch nicht zulässig. Der Parameter c beschreibt den Schnittpunkt mit der y-Achse. Außerdem sind mit dieser

Abb. 2: Zusammenstellung verschiedener Entfernungsfunktionen und ihre Vertreter

Potenzfunktion¹

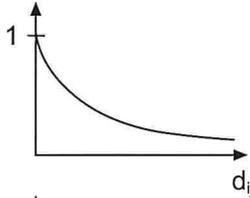
$$f(d_{ij}) = \frac{1}{d_{ij}^\lambda} \quad \text{bzw.} \quad \frac{1}{1 + d_{ij}^\lambda}$$



Vertreter:
HUFF 1962,
LÖFFLER 1989
KLEIN 1992

Exponentialfunktion

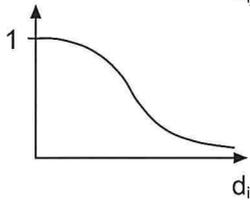
$$f(d_{ij}) = (c) \cdot e^{-\lambda \cdot d_{ij}}$$



Vertreter:
WILSON 1967
BATTY 1978
SCHÖLER 1981

Dichte der Normalverteilung

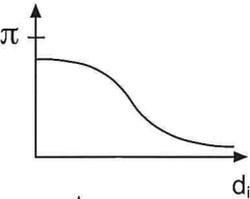
$$f(d_{ij}) = (b_1) \cdot e^{-b_2 \cdot d_{ij}^2}$$



Vertreter:
PFAFFENBERGER/
WIEGERT 1965
KAU 1970

Arcustangensfunktion

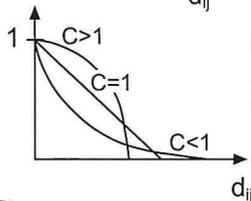
$$f(d_{ij}) = \frac{\pi}{2} - \frac{\arctan(\lambda \cdot (d_{ij} - m))}{\pi}$$



Vertreter:
BUCKLIN 1971
SCHÖLER 1981

Weitere Entfernungsfunktionen

$$f(d_{ij}) = 1 - \lambda \cdot d_{ij}^c \quad (\text{für } c < 1, c = 1, c > 1)$$



Vertreter:
KAU 1970

$$f(d_{ij}) = k \cdot e^{-b \cdot d_{ij}^m} \quad (\text{Single-log-models})$$

$$f(d_{ij}) = k \cdot e^{-b(\log d_{ij})^m} \quad (\text{Double-log-models})$$

(m = 0,5 : Square - Root - Model,
m = 1 : Pareto - Model, m = 2 : Normal - Model)

$$f(d_{ij}) = k \cdot d_{ij}^{-b} \cdot e^{-c \cdot d_{ij}} \quad (\text{Pareto - Exponential - model})$$

...

Vertreter:
GOUX 1962²,
TAYLOR 1975,
MORILL/PITTS 1967³

¹ in der Graphik ist nur die um den Wert 1 verschobene Potenzfunktion eingezeichnet, die ursprüngliche Potenzfunktion geht für $d_{ij} = 0$ gegen unendlich

² zitiert nach und befürwortet von BUTZIN 1980: S. 92

³ zitiert nach JENSEN-BUTLER 1972: S. 73

Funktion deutlich flachere Kurvenverläufe möglich als mit der Potenzfunktion. Für $\lambda = 0$ entspricht der Kurvenverlauf einer Parallele zur x-Achse durch den Funktionswert c an der y-Achse. Das andere Extrem ergibt sich, wenn λ gegen unendlich strebt, die Entfernungsfunktion fällt dann mit den Koordinatenachsen zusammen. Die Exponentialfunktion ist deshalb vor allem bei Untersuchungen mit sehr kleinen Distanzen besonders geeignet. (vgl. BATTY 1978: S. 191ff; JENSEN-BUTLER 1972: S. 72; KOTLER 1971: S. 320; BEAUMONT 1987: S. 29; KAU 1970: S. 42). „(...) (I)t has been remarked by various researchers that power functions often fit better in interurban studies, whereas the negative exponential function often fits best in intraurban studies” (WILSON 1971: S. 15).

Der hyperbolische Kurvenverlauf dieser beiden Entfernungsfunktionen stellt aber nicht unbedingt das empirisch beobachtbare räumliche Einkaufsverhalten dar. Viele Studien geben Hinweise auf eine s-förmige Abnahme der Marktanteile bzw. Einkaufswahrscheinlichkeiten mit der Entfernung.

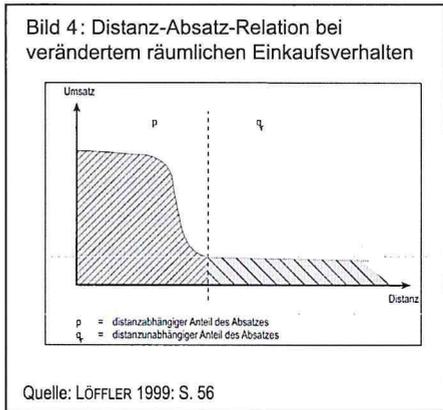
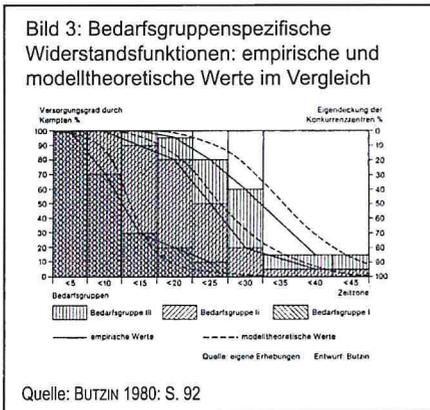
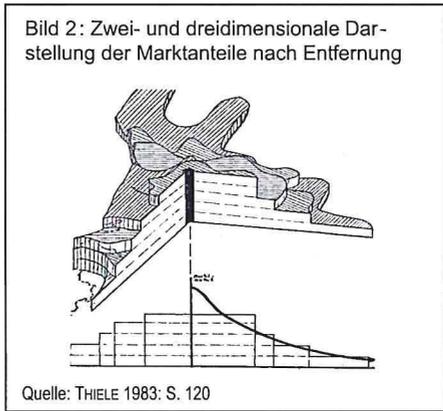
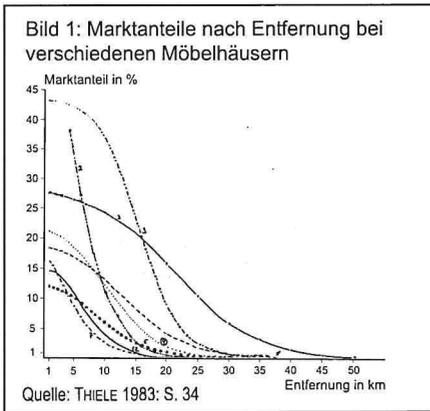
In Abb. 3 sind einige (teilweise) empirische Studien zum räumlichen Einkaufsverhalten zusammengestellt. THIELE erforschte in einer rein empirisch angelegten Untersuchung die Einkaufsbeziehungen an 14 Möbelhäusern. Bild 1 zeigt als Ergebnisse dieser Arbeit die Kurven der Marktanteile der Möbelhäuser (einige Sonderfälle wurden hier weggelassen) in Abhängigkeit der Entfernung. Die Wertepaare wurden dabei durch eine nicht-lineare Regression approximiert.¹ Er benutzte dazu die s-förmige Regressionsgleichung von VERHULST (siehe Tab. 2). Dadurch lässt sich in nahezu allen Fällen der typische s-förmige Verlauf deutlich erkennen und zwar unabhängig vom absoluten Höchstwert des Marktanteils am Standort selbst, der zwischen rund 10 und 50 % variiert. Im Nahbereich kann sich der Maximalwert teilweise fast plateau-ähnlich halten, bis dann im mittleren Entfernungsbereich der Marktanteil pro Entfernungseinheit deutlich überproportional abnimmt. Im äußeren Bereich des Einzugsgebietes sind unverkennbar kleinere, aber dagegen wieder relativ entfernungsunabhängige Marktanteile zu verwirklichen. Er sah somit die Ausgangshypothese bestätigt, dass sich die Marktanteile in Abhängigkeit von der Entfernung einer Normalverteilung entsprechend verhalten (vgl. THIELE 1983: S. 163). Leider verglich er dieses Regressionsmodell nur mit der linearen Regression und nicht mit weiteren Anpassungskurven und machte auch keine Angaben zur Höhe des Bestimmtheitsmaßes. So können hier noch keine ausreichenden Schlussfolgerungen gezogen werden, ob die Verwendung einer s-förmigen Funktion gerechtfertigt erscheint. Die nebenstehende Zeichnung (Bild 2) zeigt exemplarisch den von THIELE vermuteten Zusammenhang zwischen dem dreidimensionalen Nachfragegebirge und dem dazugehörigen Kurvenverlauf in einem Koordinatensystem an einem (fiktiven) Beispiel.

BUTZIN stellte Untersuchungen zum Einzugsbereich der Stadt Kempten an. Die durchgezogene Linie im Bild 3 gibt die mittels einer Befragung erhobene Einkaufsorientierung der Bewohner des Einzugsbereiches wieder. Auch hier lässt sich, zusätzlich aufgeschlüsselt nach verschiedenen Bedarfsstufen, die der Verteilung einer Normalfunktion ähnelnden Kurvenform erkennen.

¹ Zuerst wurde eine lineare Regression durchgeführt. Sie konnte zwar bereits eine Korrelation der beiden Variablen nachweisen, zur Wiedergabe der tatsächlichen Verläufe erwies sie sich allerdings als nicht brauchbar (vgl. Thiele 1983: S. 107ff).

Löffler hat diesen typischen Verlauf schematisch dargestellt (Bild 4), wobei er betont (was in der Zeichnung auch deutlich erkennbar ist), dass sowohl der im Nahbereich als auch im weiter entfernten Teil des Einzugsgebietes von einem Angebotsort generierte Umsatz bzw. Marktanteil heutzutage zunehmend entfernungsunabhängiger wird. Obwohl vor einigen Jahren „(...) noch in sehr vielen Branchen von einer kontinuierlichen Abnahme der Kundenanteile mit wachsender Entfernung (...)“ (LÖFFLER 1999: S. 56) ausgegangen werden konnte. Allerdings schließt er daraus nicht, dass – aufgrund dieser empirisch feststellbaren Veränderungen – der Einsatz mathematischer Modelle nicht mehr sinnvoll ist. Aber es erfordert zumindest die Einbeziehung der Veränderungen in die Operationalisierung der Modellgrößen und die empirische Kalibrierung (vgl. LÖFFLER 1999: S. 57).

Abb. 3: Marktanteil in Abhängigkeit von der Entfernung – Vorüberlegungen



Gibt es folglich andere Entfernungsfunktionen die diese scheinbar s-förmige „Wahrnehmung“ der Distanz besser beschreiben? Einige Autoren fordern daher die Verwendung mathematischer Funktionen, die es ermöglichen einen s-förmigen Kurvenverlauf mit Wendepunkt zu beschreiben, wie zum Beispiel der rechte Ast der Gaußschen Glockenkurve, sprich die Dichtefunktion einer Normalverteilung oder die Arcustangensfunktion. Bereits

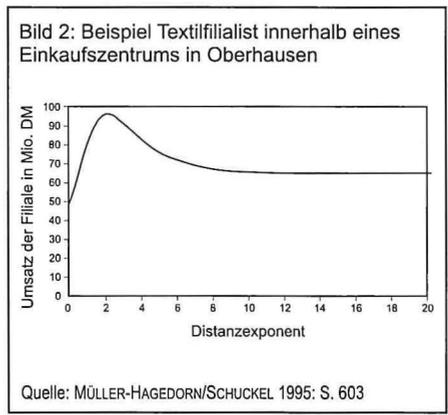
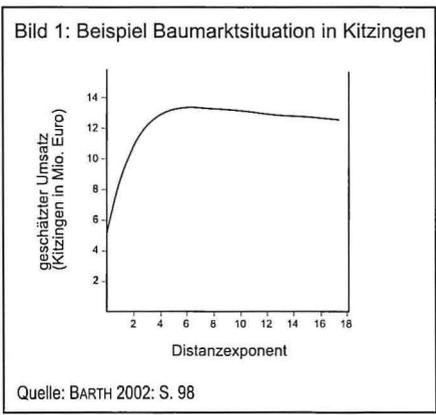
PFAFFENBERGER/WIEGERT versuchten die Normalverteilung aufgrund der genannten Eigenschaften als Entfernungsfunktion zu verwenden. Allerdings erwies sich ihr Kaufkraft-Punktplan-Modell als nicht brauchbar, eine realitätsnahe Abbildung der Interaktionsbeziehungen zu erstellen (vgl. PFAFFENBERGER/WIEGERT 1965: S. 122ff). Auch KOTSCHEDOFF (1976: S. 196f) und KAU unterstützten diesen Gedanken. KAU testete verschiedene Entfernungsfunktionen hinsichtlich ihrer Eignung zur Wiedergabe des Einkaufsverhaltens in Abhängigkeit von der Entfernung und kam zu dem Ergebnis, „da(ss) die der Dichte der Normalverteilung nachgebildeten Entfernungsfunktionen auf Grund des Wendepunktes besonders günstige Verlaufseigenschaften haben“ (KAU 1970: S. 223).

Aus denselben Gründen – der Möglichkeit der Verbindung konvexer und konkaver Kurvenabschnitte durch einen Wendepunkt – entschied sich BUCKLIN für die Wahl einer Arcustangensfunktion. Der relativ komplizierte Ausdruck in Abb. 1 ergibt sich dadurch, dass die ursprüngliche Arcustangensfunktion so verschoben werden muss, dass sie nur noch Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann. Der Parameter m setzt den Wendepunkt der Kurve fest, „bestimmt das Steigungsverhalten. Der Vorteil dieser Funktion liegt unter anderem darin, dass der Funktionswert an der y-Achse nicht den Wert 1 annehmen muss, es sind also auch Marktanteile unter 100 % bei $d_{ij} = 0$ möglich (vgl. BUCKLIN 1971b: S. 34f; SCHÖLER 1981: S. 194).

Von BUTZIN, TAYLOR und JENSEN-BUTLER werden in Anlehnung an GOUX und MORILL/PITTS noch weitere mögliche Entfernungsfunktionen genannt, die meist als Analogien aus anderen wissenschaftlichen Anwendungsfeldern übernommen wurden. TAYLOR stellte eine ganze Typologie von möglichen Funktionen dar (Single- und Double-log-models). Allerdings konnte er lediglich zeigen, dass das Single-log-model mit einem Exponenten m in Höhe von 0,5 (Square-root-exponential-model) bei Migrationsuntersuchungen in Asby, Schweden die beste Anpassung lieferte.

In dem ursprünglichen Modellansatz interpretierte HUFF Unterschiede in den Entfernungsexponenten λ als warenspezifische Größe. LÖFFLER kam bei seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass in dem Exponenten ebenfalls eine regionalspezifische Komponente zum Ausdruck kommt (vgl. LÖFFLER 1989: S. 17).

Abb. 4: Zusammenhang zwischen Distanzexponent und prognostiziertem Gesamtumsatz



Wie sich unterschiedliche Werte des Entfernungsexponenten auf die Höhe der geschätzten Gesamtumsätze auswirken, zeigen die beiden Bilder der Abb. 4. In den beiden Untersuchungen wurde der funktionale Zusammenhang zwischen der Höhe der prognostizierten Umsätze als abhängige und die Höhe des Distanzexponenten als unabhängige Variable untersucht. Der minimale Wert des Gesamtumsatzes wird jeweils bei einem λ von 0 erreicht. In diesem Fall hätte die Entfernung keinen Einfluss auf das Schätzergebnis, welches nur durch die Attraktivitäten bewirkt wird. Aus jedem Wohnort fließt dem betrachteten Standort ein konstanter, seiner Attraktivität entsprechender Kaufkraftanteil zu. Der Maximalwert wird bei $\lambda = 4,8$ bzw. ca. 2,5 erreicht. Bei größeren Werten des Exponenten fällt der geschätzte Umsatz wieder ab und nähert sich dann einem bestimmten Wert an. Je größer der Wert von λ , desto determinierender wird der Einfluss der Entfernung für die Wahl der Einkaufsstätte. Daher strebt der geschätzte Umsatz gegen den Wert, der sich ebenfalls durch eine Errechnung auf Basis der Nearest-Center-Hypothese ergeben würde. Der Manipulationsspielraum für die Wahl eines willkürlichen Umsatzwertes durch die Wahl eines bestimmten Exponenten ist, wie man sieht, nicht unerheblich², aber er kann sich nur innerhalb eines fest definierten Wertebereichs bewegen.

3 Begründung des Modifikationsansatzes

Die Distanzfunktion, die in der Formel von HUFF die tatsächliche in die wahrgenommene Distanz überführen soll, ist eine (negative) Potenzfunktion, die einen hyperbolisch sinkenden Verlauf (siehe Abb. 2) hat und den tatsächlichen Verlauf der Marktanteile nur in unzureichender Weise beschreibt. STUMPP/KRUSE haben sämtliche Wertepaare der berechneten Wahrscheinlichkeiten aller relevanten Nachfrageorte aus ihren Untersuchungen zu den Marktgebieten zweier Möbelhäuser in ein Koordinatensystem eingetragen, bei der die x-Achse der absoluten Entfernung in Kilometern entspricht (linke Bildreihe der Abb. 5). Es ist deutlich zu sehen, dass im unmodifizierten Modelldurchlauf (Bilder 1 u. 2) mit Ausnahme des Wertes für Tirschenreuth alle Ist-Umsätze deutlich unterschätzt werden. Bereits in relativ geringer Entfernung des Standortes sinkt der berechnete Marktanteil zu rapide ab. Wenn man die einzelnen berechneten Punkte gedanklich mit einer Linie verbindet, wird der hyperbolische Einfluss der Entfernungsfunktion deutlich. Bei der Gegenüberstellung der prozentualen Werte von berechneten und tatsächlichen Umsätzen (rechte Bildreihe) tritt dies noch deutlicher zutage. Die mittlere Bildreihe (Bilder 3 u. 4) behandelt den gleichen Untersuchungsgegenstand, mit dem Unterschied, dass hier ein Parameter (als Produkt) zur Niveauehebung eingesetzt wurde. Hier erkennt man noch deutlicher die etwas nach oben verschobene hyperbolische Kurve. Die Werte sind nun deutlich besser approximiert, aber vor allem im Entfernungsbereich bis 30 km, wo sich empirisch ein langsam zunehmender Degressionseffekt der Entfernung beobachten lässt, werden die tatsächlichen Werte offensichtlich systematisch unterschätzt (natürlich wieder mit Aus-

² Weswegen der Distanzexponent auch abwertend als „fiddle factor“ (ROGERS 1984: S. 320) bezeichnet wird (vom englischen fiddle = umgangssprachlich für 'krummes Ding', manipulieren, schwindeln).

nahme des Angebotsstandortes selbst). Die untere Bildreihe (Bilder 5 u. 6) zeigt ein ähnliches Ergebnis beim zweiten untersuchten Möbelhaus, wieder ohne die Verwendung eines Niveau anhebenden Parameters.

Abb. 5: Berechnete und tatsächliche Marktanteile in Abhängigkeit von der Entfernung bei zwei Möbelhäusern

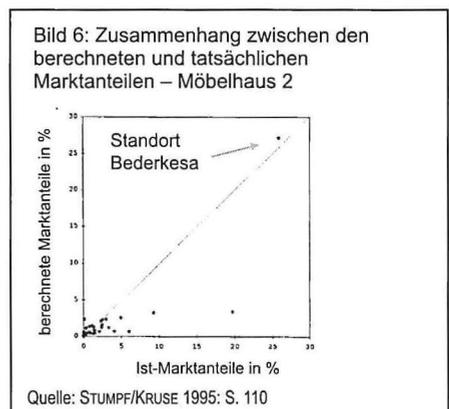
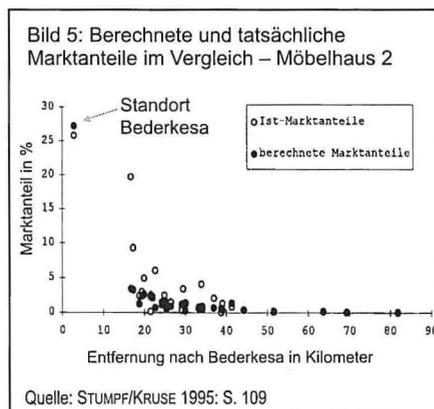
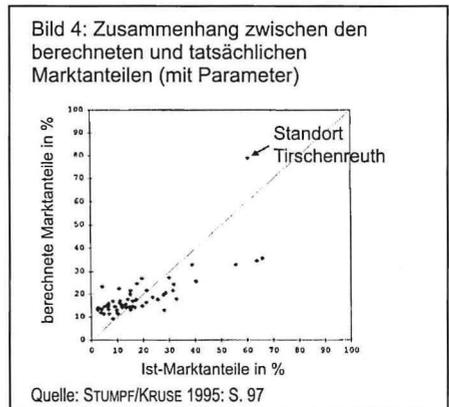
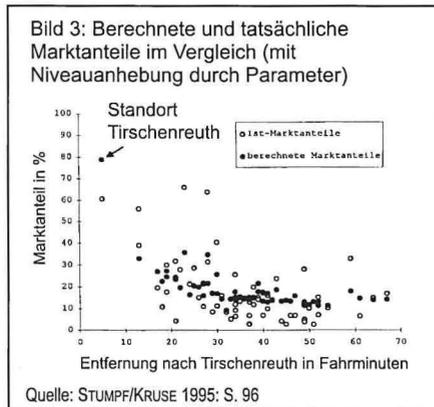
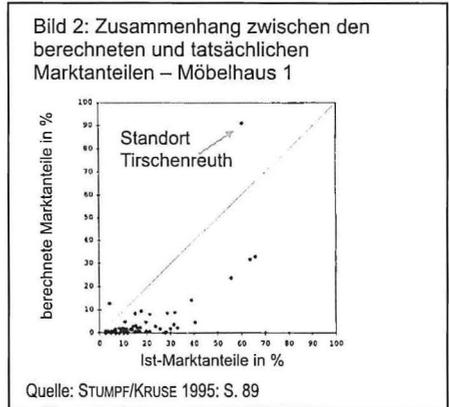
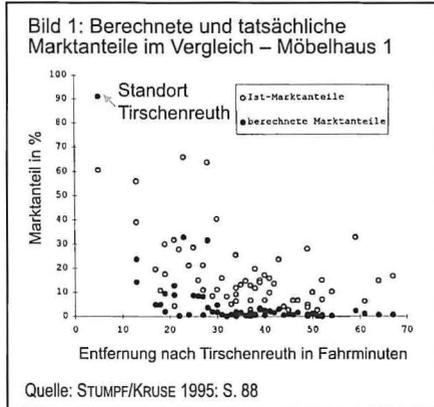


Abb. 6: Zusammenstellung einiger Ergebnisse der Untersuchung von BARTH

Bild 1: Zusammenhang zwischen Einkaufswahrscheinlichkeit und Entfernung – Potentialansatz nach HUFF

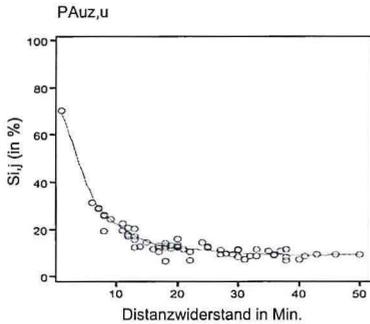


Bild 1: Zusammenhang zwischen Einkaufswahrscheinlichkeit und Entfernung – modifizierter Potentialansatz nach LÖFFLER/KLEIN

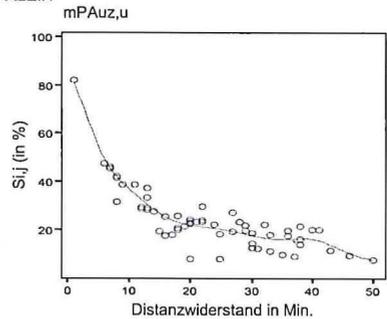
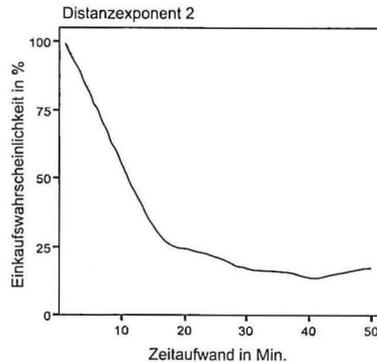
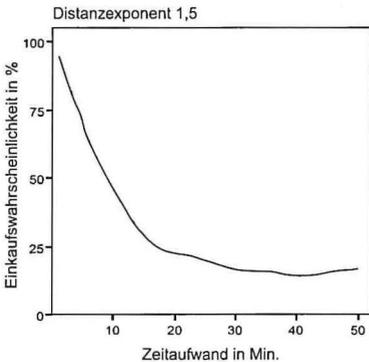
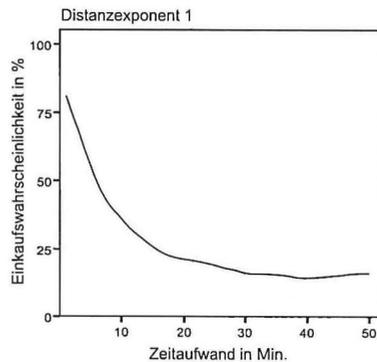
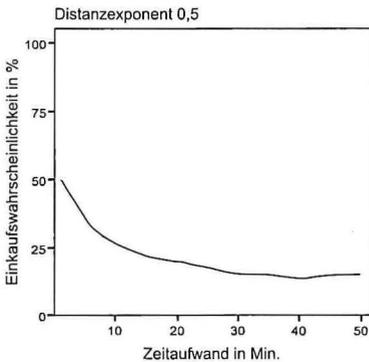


Bild 3–6: Zusammenhang zwischen Entfernung und Einkaufswahrscheinlichkeit bei Verwendung unterschiedlicher Distanzexponenten



Quelle: BARTH 2002: S. 99

Die oberen beiden Bilder der Abb. 6 stellen das Ergebnis der von BARTH berechneten Einkaufswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von der Entfernung dar. Das linke Bild für den normalen Potentialansatz von HUFF, das rechte auf Basis des von LÖFFLER und KLEIN modifizierten Potentialansatzes. Der modifizierte Ansatz führt zu konstant höheren Prognosewerten, was sich auch positiv auf das Gesamtergebnis auswirkt.

Die vier weiteren Bilder der Abb. 6 zeigen den Zusammenhang zwischen der Entfernung und der Einkaufswahrscheinlichkeit bei der Verwendung unterschiedlicher Distanz-exponenten. Es lässt sich als Ergebnis festhalten, dass die Höhe des Exponenten λ keinen Einfluss auf die Form der Kurve ausübt, auch wenn dies durch das von BUCKLIN entworfene 'contour profile' bei der Betrachtung *zweier* Standorte vielleicht zu vermuten wäre. Die auf den Gravitationsansatz von NEWTON basierende Potenzfunktion für die Distanzvariable scheint damit zu keiner zufrieden stellenden Approximation der realen Marktanteile zu führen.

Diese – in allen zitierten Studien – beobachtbare Tendenz zur Über- bzw. Unterschätzung der tatsächlichen Werte in Zusammenhang mit bestimmten Entfernungszonen legt daher die Vermutung nahe, dass die Ursache dafür in der Konzeption der Formel von HUFF zu suchen ist.

Zusammenfassend lassen sich deshalb als Abschluss der theoretischen Diskussion zwei Fragen aufstellen, die es im Folgenden zu beantworten gilt:

1. Welche mathematische Funktionsform bildet die real beobachtbare Abnahme der Marktanteile mit der Entfernung am besten ab?
2. Wie lassen sich alternative mathematische Funktionen in das Modell von HUFF integrieren?

4 Marktanteile nach Entfernung – S-förmiger Verlauf nachweisbar?

Es hat sich gezeigt, dass durchaus Indizien existieren, dass die Abnahme der Marktanteile mit der Entfernung besser durch eine s-förmige Kurve beschrieben werden können. Um eine Veränderung der mathematischen Verknüpfung des HUFF-Modells zu rechtfertigen, soll in diesem Kapitel eine ausführliche Regressionsrechnung, die möglichst viele verschiedene Modellanpassungen einbezieht, hier etwas mehr Klarheit verschaffen. Anhand von 37 Möbelhäusern, deren Umsatzdaten nach PLZ-Gebieten zur Verfügung standen, wurde untersucht, welche mathematische Funktion die Abnahme der Marktanteile mit der Entfernung am besten abbilden kann.

4.1 Marktanteilkurven der Möbelhäuser

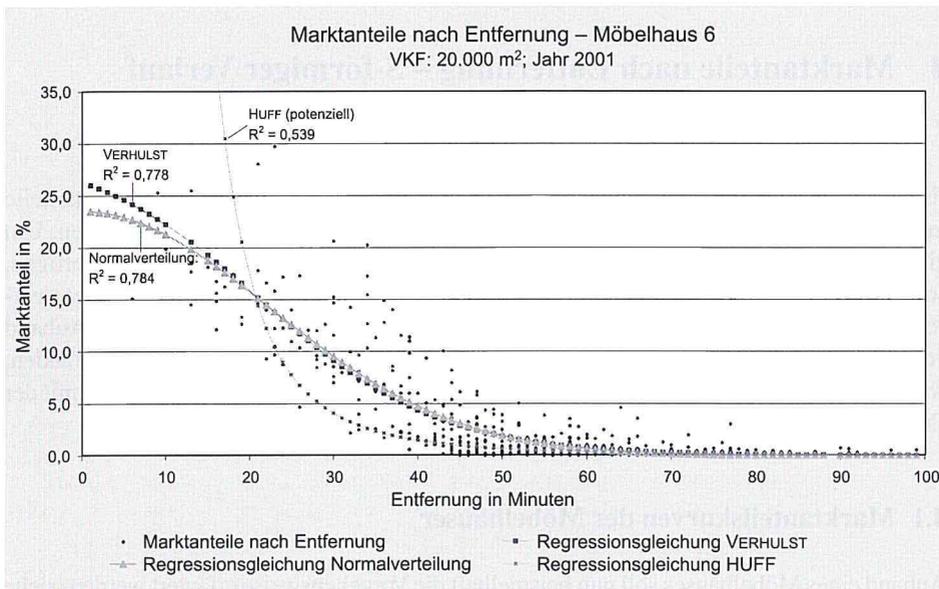
Anhand eines Möbelhauses soll nun beispielhaft die Vorgehensweise erläutert werden (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Vorgehensweise zur Beantwortung des ersten Teils der Forschungsfrage

1. Berechnung der Marktanteile aus den Umsatzdaten nach PLZ-Gebieten
2. Berechnung der Entfernungen des Möbelstandortes zu den PLZ-Gebieten und Gegenüberstellung der Entfernung mit den berechneten Marktanteilen (Streudiagramm Marktanteile nach Entfernung)
3. Kurvenanpassung – Regressionsrechnung zur Bestimmung der mathematischen Funktion mit der besten Approximation der IST-Werte

In einem ersten Schritt wurden die Marktanteile nach Entfernung bestimmt und in einer Tabelle angelegt. Der Marktanteil spiegelt die Relation der durch ein Möbelhaus abgeschöpften Kaufkraft zum gesamten Marktpotenzial wieder. Dieses ergibt sich aus dem Einwohnerpotenzial, der lokalen Kaufkraft, multipliziert mit der bundesdurchschnittlichen Verbrauchsausgabe für Möbel. Die Marktanteile gerade in kleinen PLZ-Gebieten mit geringer Einwohnerzahl sind mit Vorsicht zu betrachten. Da die durchschnittlichen Ausgaben pro Person je nach betrachtetem Jahr um die 300 Euro pro Jahr liegen, kann der Kauf einer Küche im Wert von beispielsweise 20.000 Euro den Marktanteil eines einwohnerschwachen Nachfragegebietes nicht unerheblich nach oben drücken. Bei einer genügend großen Anzahl an Nachfragegebieten (im Falle des Möbelhauses Nr. 6: 607 PLZ-Gebiete) sollten sich solche Effekte aber gegenseitig aufheben. Diesen errechneten Marktanteilen werden dann in einem zweiten Schritt die mittels eines Routenplaners berechneten Entfernungen gegenübergestellt und in einem Streudiagramm graphisch aufbereitet (Abb. 7).

Abb. 7: Beispielhafte Darstellung des Zusammenhangs zwischen Marktanteilen nach der Entfernung



Quelle: eigene Berechnung

In einem dritten Schritt werden die tatsächlichen Werte der Streudiagramme ‘Marktanteile nach Entfernung’ einer Regressionsanalyse unterzogen. Diese hat zum Ziel, die mathematische Funktion zu bestimmen, mit welcher die tatsächlichen Werte am besten approximiert werden. Dazu wurde das Statistikprogramm SPSS verwendet, das bereits mehrere gängige Modelle der Kurvenanpassung anbietet. Aufgrund unplausibler Kurvenverläufe und der Zulassung negativer Werte konnten allerdings davon einige bereits von vornherein ausgeschlossen werden. Tab. 2 zeigt die für die Analyse zugelassenen Regressionsgleichungen.

Tab. 2: Modelle der Kurvenanpassung

Voreingestellte Regressionsformeln		Eigene s-förmige Regressionsformeln
Linear	Potenziell	VERHULST
$Y = b_1 + b_2 \cdot x$	$Y = b_1 \cdot x^{b_2}$	$Y = \frac{Y_{\max}}{1 + b_1 \cdot e^{-b_2 \cdot x}}$
Logarithmisch	S-Kurve	Normalverteilung
$Y = b_1 + b_2 \cdot \ln x$	$Y = e^{b_1 + \frac{b_2}{x}}$	$Y = b_1 \cdot e^{b_2 \cdot x^2}$
Invers	Exponentiell	
$Y = b_1 + \frac{b_2}{x}$	$Y = b_1 \cdot e^{b_2 \cdot x}$	
Zusammengesetzt	Wachstum	
$Y = b_1 \cdot b_2^x$	$Y = e^{(b_1 + (b_2 \cdot x))}$	

Quelle: eigene Zusammenstellung nach SPSS 12.0.1; Microsoft Excel 2002

Für die vorliegende Arbeit ist von diesen Formeln insbesondere die potenzielle Form der Kurvenanpassung von Relevanz. Diese Regressionsformel verwendet (neben dem Parameter b_1) einen Parameter b_2 , der als Exponent auf die unabhängige Variable einwirkt, was exakt der Entfernungsfunktion im ursprünglichen HUFF-Modell entspricht (negative Potenzfunktion). Da SPSS die Möglichkeit bietet, eigene Formeln als Regressionsgleichungen anzugeben, konnten dieser Liste zwei weitere Modelle der Kurvenanpassung hinzugefügt werden. Die Formel von VERHULST, die bereits von THIELE verwendet wurde, sowie der rechte Ast der Normalverteilung repräsentieren zwei Modelle der s-förmigen Kurvenanpassungen. Der Vergleich der Werte für das Bestimmtheitsmaß R^2 ermöglicht schließlich die Angabe des Modells der Kurvenanpassung, welches die tatsächlichen Werte am besten approximiert, und damit für die Beschreibung der Abnahme der Marktanteile mit der Entfernung am besten geeignet erscheint.

Die wesentlichen Ergebnisse der Regressionsrechnung wurden ebenfalls in das Streudiagramm (Abb. 10) eingetragen. Wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit nur die im Hinblick auf die Forschungsfrage relevanten Regressionsmodelle 'Potenziell', 'VERHULST' und 'Normalverteilung' in der Graphik berücksichtigt wurden. Man sieht nicht nur, dass die Werte des Bestimmtheitsmaßes der s-förmigen Regressionsgleichungen deutlich höher sind als die der potenziellen Form, sondern auch, dass die Verläufe wesentlich plausibler erscheinen. Aufgrund des hyperbolisch sinkenden Verlaufs der Potenzfunktion beginnt die Kurve im Nahbereich in irrationalen Höhen. Der Funktionswert der optimierten Potenzfunktion bei der Entfernung von einer Minute liegt im Falle des Möbelhauses Nr. 6 bei rund 700.000. Obwohl im Nahbereich innerhalb einer halben Stunde Entfernung nur rund ein Zehntel aller PLZ-Nachfragegebiete liegt, ist dieser Schätzfehler besonders gravierend, da in diesem Entfernungsbereich bereits rund die Hälfte des Gesamtumsatzes generiert wird. Im mittleren Entfernungsbereich liegt die Kurve dagegen deutlich unterhalb der beobachtbaren Werte, während in dem für den Gesamtumsatz relativ unbedeutenden weiteren Entfernungsbereich kaum nennenswerte Unterschiede auszumachen sind. Die s-förmigen Kurven beginnen dagegen bei realistischen Anfangswerten des Marktanteils und liegen im kompletten Entfernungsbereich durchwegs mittig innerhalb der gestreuten Werte. Dieser Vergleich der beiden Modelle der Kurvenanpassung zeigt bereits die Ursache für die systematische Unterschätzung der tatsächlichen Werte durch die Potenzfunktion im mittleren Entfernungsbereich.

4.2 Zusammenfassung der Regressionsrechnungen bei allen Möbelhäusern

Diese vergleichende Regressionsanalyse wurde für alle 37 zur Verfügung stehenden Möbelhäuser durchgeführt. Insgesamt wurden 79 Rechnungen durchgeführt, da für manche Häuser Zahlen aus mehreren Jahren zur Verfügung standen. Außerdem wurde bei den Möbelhäusern, deren Nachfragegebiete sich deutlich über die Entfernung von 100 Minu-

Tab. 3: Zusammenfassung der Ergebnisse der Regressionsrechnung

Modell	1. Platz	2. Platz	3. Platz	4. Platz	schlechter
INVERS	8	0	36	14	21
LINEAR	0	0	3	9	67
NORMALVERTEILUNG	18	41	12	6	2
POTENZIELL	5	7	12	21	34
S ¹	0	0	2	16	61
VERHULST	40	30	6	3	0
Z/W/E ²	8	1	8	10	52

¹ Die sog. S-Kurve aus den voreingestellten Kurvenanpassungen ist nicht mit den s-förmigen Formeln von VERHULST und der Normalverteilung zu vergleichen.

² Die Modelle Zusammengesetzt, Wachstum und Exponentiell wurden zusammengefasst, da sie in allen Fällen zu identischen Ergebnissen führten.

ten erstreckten, für eine bessere vergleichende grafische Darstellbarkeit eine auf 100 Entfernungsmi-
nuten genommene zweite Rechnung durchgeführt, obwohl die Einbeziehung aller
Werte fast durchwegs zu leicht besseren Werten im Bestimmtheitsmaß führte.

Eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse bieten die beiden Tabellen 3
und 4. Aus der Tab. 3 wird ersichtlich, wie oft welches Modell die beste, die zweitbeste
usw. Annäherung der tatsächlichen Werte erreichen konnte. In 9 bzw. 10 Fällen konnte
die potenzielle Regressionsformel eine bessere Annäherung an die tatsächlichen Werte
vorweisen als die s-förmigen Modelle von VERHULST bzw. der Normalverteilung. Es
handelt sich hierbei vor allem um vergleichsweise kleine Möbelhäuser mit relativ kom-
pakten Marktgebieten, aber teilweise sehr hohen Marktanteilen im Nahgebiet (z. B.
Möbelhaus Nr. 14). Bei solch steil abfallenden Verläufen können die beschriebenen
negativen Eigenschaften der Potenzfunktion zu einer sehr guten Anpassung führen. In
den übrigen 70 (40 erste und 30 zweite Plätze bei der Regressionsformel 'VERHULST')
bzw. 69 Fällen (Regressionsformel 'Normalverteilung') beschrieb der s-förmige Cha-
rakter die Marktanteile nach Entfernung – zum Teil deutlich – besser als die Potenz-
funktion. Dies zeigen auch die durchschnittlichen Werte für das Bestimmtheitsmaß von
allen 79 Fällen (Tab. 4). Der Wert für die beiden s-förmigen Regressionsmodelle liegt
eindeutig höher als bei dem potenziellen Regressionsmodell und den übrigen betrach-
teten Anpassungskurven.

Tab. 4: Durchschnittswerte des Bestimmtheitsmaßes der verschiedenen Modellanpassungen

Modell	Durchschnitt aller 79 Regressionsrechnungen
VERHULST	0,614
NORMALVERTEILUNG	0,606
POTENZIELL	0,446
INVERS	0,523
LINEAR	0,294
S	0,345
Z/W/E	0,390

Quelle: eigene Berechnung

Das Problem der Potenzfunktion liegt, wie bereits im theoretischen Teil der Arbeit
angesprochen und gezeigt wurde, in der Überschätzung der Werte im Nahbereich, was der
Vergleich der unterschiedlichen Kurvenverläufe der Modellanpassungen bei den 37 unter-
suchten Möbelhäusern ausdrücklich belegt. In nahezu allen Fällen startet der optimale
Verlauf der Potenzfunktion bei unplausibel hohen Anfangswerten. Es folgt eine Unter-
schätzung der Werte im mittleren Entfernungsbereich. Im weiteren Verlauf gibt es kaum
nennenswerte Unterschiede zwischen den Kurven. Eine Ausnahme bilden dabei die Mö-
belhäuser Nr. 1 und Nr. 3. Hier startet die Potenzfunktion bei ähnlich realistischen (nied-
rigeren) Werten wie die Formeln von VERHULST und der Normalverteilung. Dafür ergeben
sich dann im mittleren und weiteren Entfernungsbereich deutlich höhere Werte als bei den
anderen beiden Kurven.

Gerade bei den sehr großen Möbelhäusern und Wohnkaufhäusern mit einem sehr großen Einzugsbereich und einer dementsprechend hohen Anzahl an PLZ-Nachfragegebieten wird der s-förmige Verlauf der Marktanteile durch die entsprechenden Regressionsmodelle sehr gut beschrieben, mit teilweise stark überdurchschnittlich höheren Werten im Bestimmtheitsmaß als die Potenzfunktion.

4.3 Kartographische Auswertung

Für das Möbelhaus Nr. 6 aus der Beispielrechnung wurden im Folgenden die Ergebnisse der Regressionsrechnung graphisch ausgewertet. Die drei Karten der Abb. 10 zeigen die Marktanteile nach PLZ-Gebieten. Die Karte in der Mitte zeigt die tatsächlichen Umsätze des Möbelhauses, während die Karten 1 und 3 die optimalen Annäherungen mit den Regressionsmodellen 'Potenzfunktion' und 'Normalverteilungsfunktion' illustrieren. Bei der Berechnung mittels der Normalverteilungsfunktion und den IST-Werten zeigt sich ein ähnlich strukturiertes Marktgebiet. Aufgrund der Orientie-

Abb. 8: Berechnete und tatsächliche Marktanteile im Vergleich

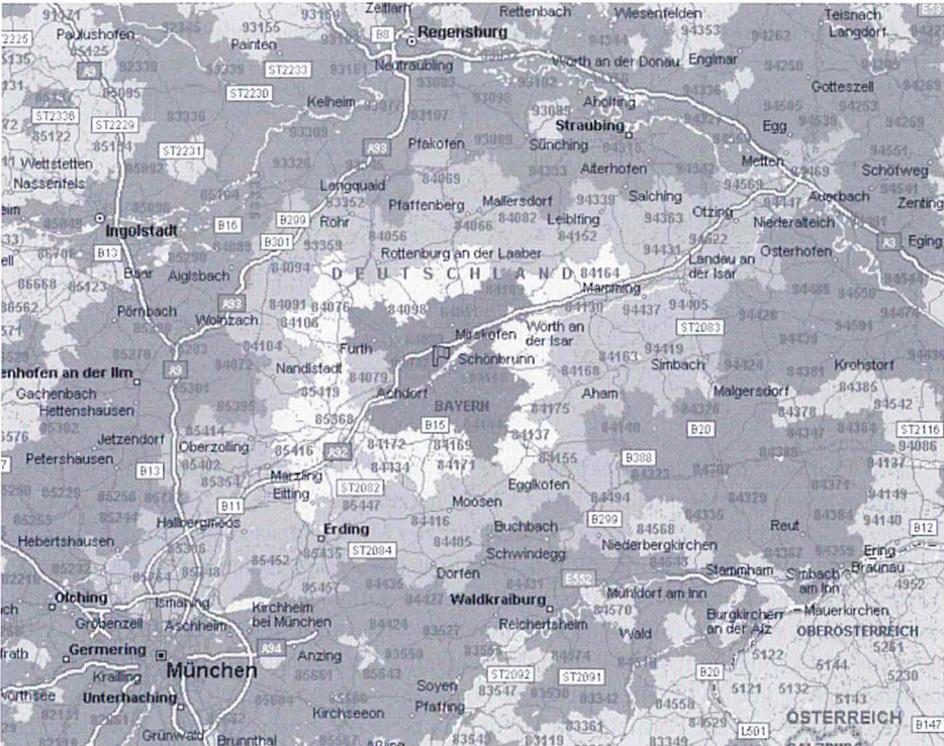
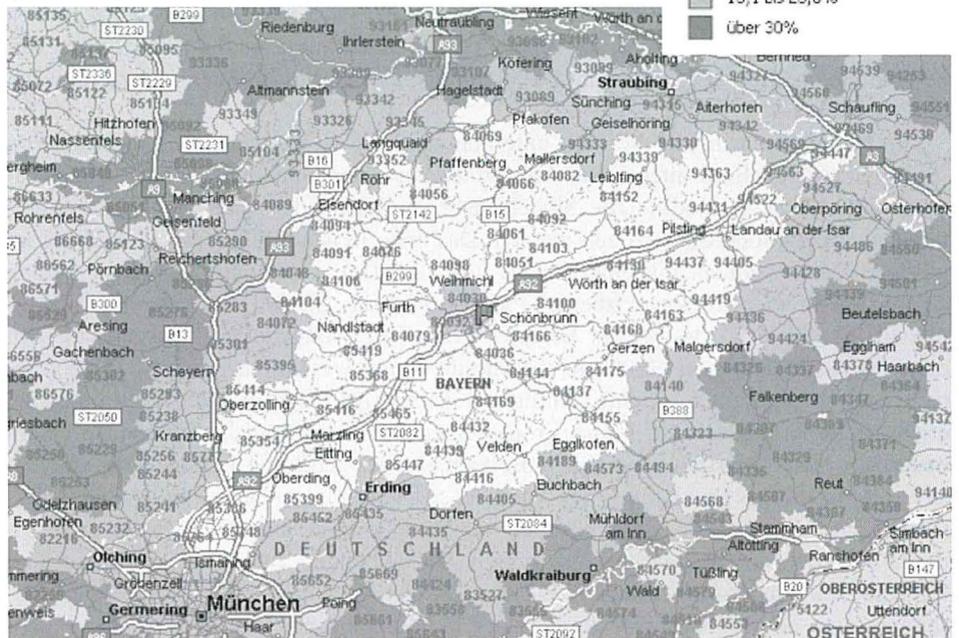


Bild 1: Potenzfunktion



Bild 2: IST-Werte

Bild 3: Normalverteilung



Quelle: eigene Berechnung

zung des Modells an dem Faktor Entfernung ergibt sich im Gegensatz zum realen Einzugsgebiet ein entlang der Verkehrsachse A92 etwas in die Länge gezogenes Marktgebiet. Das mit dem Regressionsmodell 'Potenzfunktion' errechnete optimale Marktgebiet zeigt einen rapiden Abfall der Marktanteile als Ausdruck der dahinter stehenden mathematischen Funktion. Die drei dem Standort nächstgelegenen PLZ-Gebiete weisen dagegen Marktanteile von rund 200, 300 bzw. 1200 % auf, was aus der Legende gar nicht ersichtlich wird. Wenige Kilometer weiter entfernt vom Standort sinkt der Marktanteil sofort unter 5 %.

Dieses räumliche Abbild der Ergebnisse der Regressionsrechnung in seiner Grundstruktur ist bei allen Möbelhäusern zu erwarten. Einer Überschätzung der IST-Werte im unmittelbaren Standortumfeld folgt ein zu rasches Absinken der Marktanteile im mittleren Entfernungsbereich, in dem die tatsächlichen Werte immer deutlich unterschätzt werden. Es stellt sich daher die Frage, wie sich diese Erkenntnisse in die ursprüngliche Version des HUFF-Modells integrieren lassen, um dessen Prognosefähigkeit zu verbessern.

5. Modifizierung des HUFF-Modells – Verbesserung der Prognoseergebnisse durch den Einsatz s-förmiger Entfernungsfunktionen?

Viele Autoren haben versucht, durch Erweiterungen des HUFF-Modells – beispielsweise durch die Aufnahme weiterer Erklärungsvariablen (KOTLER) oder durch Modifikationen der Interaktionsmatrix (KLEIN & LÖFFLER) – dessen beschränkte Aussagefähigkeit zu verbessern. Solche Beiträge können im Detail durchaus zu Verbesserungen in der Prognosefähigkeit führen.

Im Folgenden wird der Versuch unternommen, die s-förmige Entfernungsfunktion in das HUFF-Modell zu integrieren. Anhand zweier unterschiedlicher Untersuchungssituationen soll dieses modifizierte Modell einer vergleichenden Analyse mit dem traditionellen HUFF-Modell unterzogen werden. Das erste Beispiel bildet ein Möbelhaus im mittleren Marktsegment mit einer Fläche von 10.000 m². Unter der Berücksichtigung sämtlicher direkter Konkurrenzbetriebe wurde hier das Modell auf einer kleinräumigen Ebene getestet. Als zweites Beispiel wurde ein Wohnkaufhaus ausgewählt. Mit einer Verkaufsfläche von 60.000 m² beschreibt es ein wesentlich größeres Einzugsgebiet, was es unmöglich macht, sämtliche Konkurrenzhäuser in ihrer Gesamtheit zu erfassen. Daher wurden nur Häuser in derselben Größenordnung, dafür aber in einem deutlich weiter gefassten räumlichen Bereich, berücksichtigt. Die Beispiele gliedern sich jeweils in die Darstellung der Vorgehensweise und in eine vergleichende Interpretation der Ergebnisse. Die Schätzzgüte der Modelle wird anhand folgender drei Kriterien bewertet: der Summe der quadrierten Abweichungen zwischen geschätzten und tatsächlichen Marktanteile nach PLZ-Gebieten, der Genauigkeit der geschätzten Gesamtumsätze des Möbelhauses sowie einer kartographischen Auswertung der Ergebnisse.

5.1 Modellmodifikation

Nach dem HUFF-Modell entspricht die Wahrscheinlichkeit, dass ein Konsument des Nachfrageortes i am Angebotsort j einkauft bzw. der Marktanteil des Angebotsortes j im Nachfrageort i dem Verhältnis der Anziehungskraft des zu untersuchenden Angebotsortes zu den Anziehungskräften aller potenziellen Angebotsorte, zwischen denen der Konsument entscheiden kann. Steigende Attraktivität in Form von steigender Verkaufsfläche erhöht die Anziehungskraft eines Angebotsortes, steigende Distanz zwischen Nachfrage- und Angebotsort vermindert die Anziehungskraft.

$$p_{ij} = \frac{U_j}{\sum_{j=1}^n U_j} = \frac{\frac{A_j}{d_{ij}^\lambda}}{\sum_{j=1}^n \frac{A_j}{d_{ij}^\lambda}}$$

- A_j : Attraktivität des Angebotsstandortes j ausgedrückt in Verkaufsfläche in m^2
 d_{ij} : Entfernung des Angebotsstandortes j vom Kundenort i in Zeiteinheiten
 λ : Entfernungskoeffizient

Zum besseren Verständnis der Modifikationsüberlegungen folgt die Schreibweise ohne Summenzeichen:

$$p_{1j} = \frac{\frac{A_S}{d_{1S}^\lambda}}{\frac{A_S}{d_{1S}^\lambda} + \frac{A_1}{d_{11}^\lambda} + \frac{A_2}{d_{12}^\lambda} + \frac{A_3}{d_{13}^\lambda} + \dots + \frac{A_n}{d_{1n}^\lambda}}$$

- p_{1j} : Wahrscheinlichkeit, dass ein Konsument des Nachfrageortes $i=1$ im Angebotsort/Möbelhaus j einkauft
 A_S : Attraktivität des zu untersuchenden Angebotsortes (das Möbelhaus, an dem das HUFF-Modell durchgeführt wird)
 A_1 bis A_n : Attraktivitäten der beliebigen Anzahl an Wettbewerbern des zu untersuchenden Angebotsortes/Möbelhauses
 d_{1S} : Entfernung zwischen dem zu untersuchenden Angebotsort/Möbelhaus und dem Nachfrageort $i=1$
 d_{11} bis d_{1n} : Entfernungen zwischen sämtlichen Wettbewerbsorten und dem Nachfrageort $i=1$
 λ : zu schätzender Entfernungsexponent/Parameter des HUFF-Modells

Der Entfernungsparameter steht als Exponent über der unabhängigen Variable der Entfernung jeweils im Nenner. In allen Termen geht die Entfernung folglich als negative Potenzfunktion in die Formel ein. Basierend auf den Ergebnissen des vorangehenden Kapitels soll die dem ursprünglichem HUFF-Modell zugrunde liegende mathematische Verknüpfung so verändert werden, dass die Potenzfunktion durch eine s-förmige Funktion ersetzt wird. Dafür wurden zwei verschiedene s-förmige Funktionstypen herangezogen: die Normalverteilung (als Ergebnis der Regressionsrechnung des vorigen Kapitels) und die Arcustangensfunktion. In Tab. 5 sind noch einmal die drei Funktionstypen für die Entfernungsfunktion gegenübergestellt.

Tab. 5: Auswahl der Entfernungsfunktionen für die weiteren Untersuchungen

Entfernungs-funktion	Potenzfunktion	Normalverteilung	Arcustangens
Mathematischer Ausdruck	$f(d) = \frac{1}{d^\lambda}$	$f(d) = b_1 \cdot e^{-b_2 \cdot d^2}$	$f(d) = \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \arctan(b_1 \cdot (d - b_2)) \right)}{\pi}$

Quelle: eigene Zusammenstellung

Auf die Formel von VERHULST, die bei der Regressionsrechnung noch Verwendung fand, wurde im Weiteren verzichtet, da sie der mathematischen Funktionsweise der Normalverteilungsfunktion sehr ähnlich ist, aber einen dritten Parameter benötigt und nur unwesentlich bessere Ergebnisse liefert. Das Minus vor dem Parameter b_2 bewirkt, dass die s-Form fallend verläuft. Der relativ kompliziert anmutende Ausdruck der Arcustangensfunktion bewirkt eine Spiegelung und Verschiebung der Ausgangsfunktion. Dadurch ist gewährleistet, dass die Funktionswerte im positiven Wertebereich liegen und die Kurve s-förmig fallend verläuft. Die beiden Parameter dienen wiederum der Kalibrierung. Die Funktion wurde von BUCKLIN empfohlen und getestet, allerdings nur bei der Betrachtung zweier sich konkurrierender Standorte (vgl. BUCKLIN 1971: S. 34f). Die Integration dieser Funktion in das HUFF-Modell führte zu keinen verwertbaren Ergebnissen. Die s-Form der Funktion bleibt durch die Umsetzung in die Formel von HUFF zwar erhalten und erkennbar, in ihrem Verlauf kann sie – nach der Optimierung der Parameter – aber nicht annähernd die tatsächlichen Werte realistisch abbilden.

Der Einbau der Normalverteilungsfunktion in das HUFF-Modell ist nicht ganz unkompliziert. Wenn man die Funktion der Normalverteilung, wie sie in der Tab. 5 in ihrer Grundform abgebildet ist, analog der Potenzfunktion in alle Terme des Modells integriert, steht der als Multiplikand vorangestellte Parameter b_1 vor allen Termen (bzw. Summanden) in Zähler und Nenner, so dass er einflusslos auf das Ergebnis bleibt und herausgekürzt werden kann. Für die Form der Kurve ist er allerdings von nicht unerheblicher Bedeutung. Da dieser Parameter – zusammen mit dem Parameter b_2 – die Form der Kurve des zu untersuchenden Möbelhauses kalibrieren soll, wurde er zumindest in den beiden Termen, die das zu untersuchende Möbelhaus betreffen, integriert. Das erscheint auch sinnvoll, denn die „Kurve“ geht von dem betrachteten Möbelhaus aus, von dessen Standort aus ist die Ver-

laufsform zu optimieren. In den restlichen Termen, die jeweils die Anziehungskräfte der Wettbewerber beschreiben, wurde er dagegen weggelassen.

Das heißt, die Formel hat sich in ihren Grundzügen nicht verändert, nur die mathematische Verknüpfung ist eine andere geworden. Folgende Formel soll daher nun als Ergebnis der theoretischen Überlegungen zu der mathematischen Verknüpfung des gravitationstheoretischen Ansatzes zur Berechnung von Einzugsgebieten den empirischen Überprüfungen zugrunde gelegt werden:

$$p_{ij} = \frac{A_S \cdot b_1 \cdot e^{-b_2 \cdot d_{iS}^2}}{A_S \cdot b_1 \cdot e^{-b_2 \cdot d_{iS}^2} + A_1 \cdot e^{-b_2 \cdot d_{i1}^2} + A_2 \cdot e^{-b_2 \cdot d_{i2}^2} + \dots A_n \cdot e^{-b_2 \cdot d_{in}^2}}$$

- p_{ij} : Wahrscheinlichkeit, dass ein Konsument des Nachfrageortes $i=1$ im Angebotsort/Möbelhaus j einkauft
- A_S : Attraktivität des zu untersuchenden Angebotsortes (das Möbelhaus, an dem das HUFF-Modell durchgeführt wird)
- A_1 bis A_n : Attraktivitäten der beliebigen Anzahl an Wettbewerbern ($j=1$ bis n) des zu untersuchenden Angebotsortes/Möbelhauses
- d_{iS} : Entfernung zwischen dem zu untersuchenden Angebotsort/Möbelhaus und dem Nachfrageort $i=1$
- d_{i1} bis d_{in} : Entfernungen zwischen sämtlichen Wettbewerbsorten ($j=1$ bis n) und dem Nachfrageort $i=1$
- b_1, b_2 : zu schätzende Parameter des modifizierten HUFF-Modells

Außerdem hat diese modifizierte Version des HUFF-Modells einen weiteren entscheidenden Vorteil. Das vieldiskutierte Problem der unbesetzten Hauptdiagonalen, mit welchem sich insbesondere KLEIN und LÖFFLER sehr intensiv auseinander gesetzt haben, stellt sich hier nicht mehr. Für den Fall, dass ein Angebotsort gleichzeitig auch ein Nachfrageort ist ($d_{iS} = 0$), existiert in dieser Formel nicht nur ein definierter Funktionswert, sondern dieser muss auch nicht den Wert 1 annehmen wie im ursprünglichen Modell. Damit ist es nicht mehr zwingend erforderlich, dass die Marktanteilskurve am Angebotsstandort bei 100 % Marktanteil beginnt, einer der Hauptkritikpunkte am HUFF-Modell.

5.2 Modellvergleich anhand eines Möbelhauses als Fallbeispiel

5.2.1 Forschungsdesign

Der erste Modelldurchlauf sollte an einem “durchschnittlichen“ Möbelhaus erfolgen, einem Haus mit lokal beschränkter Bedeutung im mittleren Marktsegment. Auch in Bezug auf die Ergebnisse der Regressionsrechnung sollte das Gros der typischen mittelständischen Läden repräsentiert werden.

Für die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes existiert in der Literatur kein einheitliches Verfahren. Nach MÜLLER-HAGEDORN erfordert dies ein iteratives Vorgehen, BARTH

benutzte hierfür den Breaking-Point-Ansatz von CONVERSE als Hilfsstütze. HUFF dagegen ermittelte den Untersuchungsraum empirisch durch eine vorausgehende Befragung. Da für das betreffende Möbelhaus die Umsatzzahlen des Jahres 2001 nach Postleitzahlen bekannt sind, was nichts anderes als eine Totalerhebung im Zeitraum eines Jahres darstellt, kann auch hier auf eine empirische Abgrenzung des Untersuchungsraumes zurückgegriffen werden.³ Da ein Einzugsgebiet aber kein klar abgeschlossenes Gebiet beschreibt, sondern vielmehr an seinen Rändern diffus verläuft, musste für die Grenzziehung eine Kompromisslösung gefunden werden. Bei Möbelhäusern dieser Größenordnung liegt die maximale Entfernungsbereitschaft bei rund einer Stunde. Die im Vorfeld ermittelten 152 PLZ-Gebiete sowie die 32 Standorte der Konkurrenzbetriebe bildeten zusammen mit dem Standort des Möbelhauses selbst die Entfernungsmatrix als Grundlage des HUFF-Modells. Da das HUFF-Modell die Marktanteile jedes Angebotsortes in jedem Nachfrageort berechnet, mussten sämtliche 4864 Entfernungen in dieser Entfernungsmatrix berechnet werden.

In der Literatur wurden mehrere Verfahren – von STUMPP/KRUSE oder KLEIN/LÖFFLER – entwickelt, die Entfernungsmatrix zu modifizieren, um unplausible Kaufkraftströme auszuschließen. Da sich die vorliegende Arbeit aber mit der mathematischen Verknüpfung der Formel von HUFF an sich beschäftigt, wurden solche Verbesserungsmöglichkeiten im Detail außen vor gelassen. Außerdem ist die Substituierbarkeit von Produkten im Möbelhandel bei weitem nicht so ausgeprägt wie beispielsweise im Lebensmittelhandel, so dass es sinnvoll scheint, auch Ströme in kleinere Häuser zuzulassen, die weiter entfernt liegen als andere Läden mit mehr Verkaufsfläche.

5.2.2 Interpretation der Ergebnisse des Modelldurchlaufs

In der Tab. 6 sind die wichtigsten Ergebnisse des Modelldurchlaufes wiedergegeben. Nach der Kalibrierung der Parameter beträgt die Summe der quadrierten Abweichungen der Einzelwerte für alle Nachfragegebiete bei der modifizierten Modellversion nur rund ein

Tab. 6: Ergebnisse des Modelldurchlaufs

	HUFF - Original	HUFF - modifiziert
Vergleichsgrößen: Summe der quadrierten Abweichungen geschätzter Umsatz (IST-Umsatz; genormt: 100 Mio Euro)	9.312 78,4 Mio Euro	2.377 114,7 Mio Euro
Parameter: Entfernungsexponent HUFF b_1 b_2	1,99	2,17 0,0017

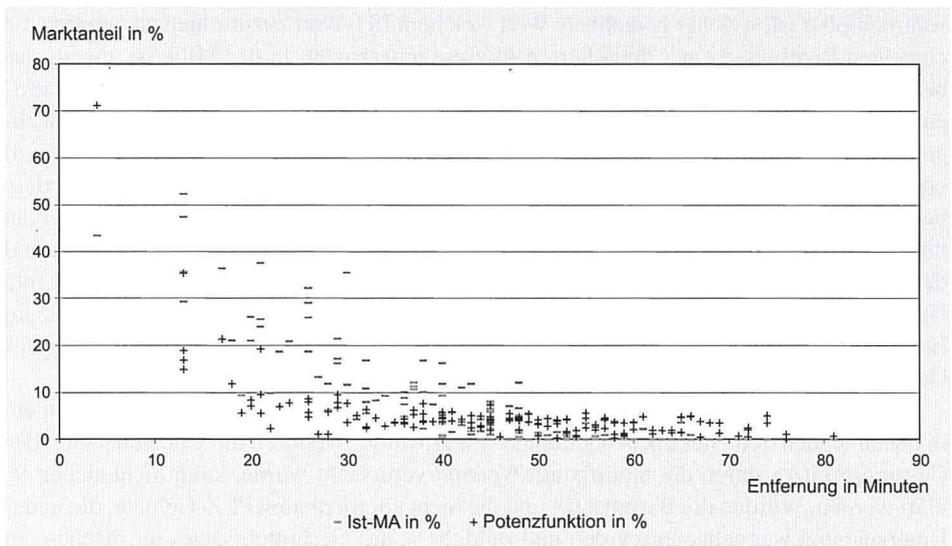
Quelle: eigene Berechnung

³ Im Falle des als Fallbeispiel herangezogenen Möbelhauses waren bei rund 80 % des Gesamtumsatzes die Herkunftsorte nach Postleitzahlen bekannt. Die restlichen 20 % entfielen auf Barumsätze und nicht zuordenbaren Postleitzahlen.

Viertel der Summe beim herkömmlichen HUFF-Modell. Beurteilt man die Schätzgüte anhand der Summe der quadrierten Abweichungen, so konnte die modifizierte Version diese um 75 % verbessern. Berechnet man aus den prognostizierten Marktanteilen die Umsätze des Möbelhauses nach Postleitzahlen und summiert diese, wird der Gesamtumsatz vom ursprünglichen Modell um knapp 22 % unterschätzt und vom modifizierten Modell um knapp 15 % überschätzt.

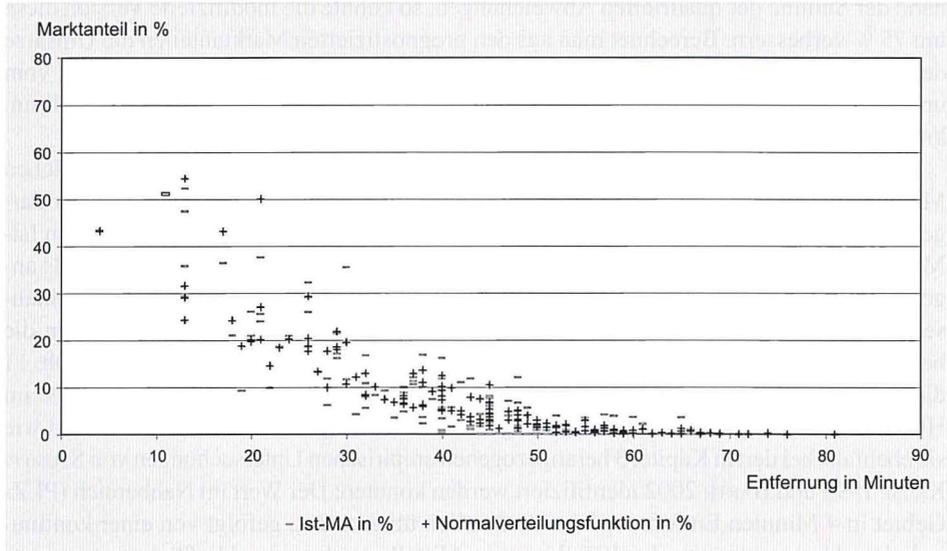
Um einen Eindruck von der Güte der Anpassung der berechneten an die tatsächlichen Marktanteile zu bekommen, werden die Resultate im Folgenden etwas ausführlicher dargestellt. In Abb. 10 werden die mit den beiden Formeln berechneten Marktanteile den Ist-Marktanteilen gegenübergestellt. An der Y-Achse ist dabei die Höhe des Marktanteils angetragen, die X-Achse beschreibt die zeitliche Entfernung vom Standort des Möbelhauses. In Blau sind jeweils die IST-Marktanteile angetragen. Die roten Punkte stellen die berechneten Marktanteile dar. Abb. 10 zeigt die Schätzwerte des HUFF-Modells, Abb. 11 die der modifizierten Version. Es zeigen sich auch hier die typischen Schwachpunkte im HUFF-Modell, wie sie bereits bei den Regressionsrechnungen diskutiert wurden und wie sie ebenfalls bei den in Kapitel 3 herangezogenen empirischen Untersuchungen von STUMPP/KRUSE 1995 und BARTH 2002 identifiziert werden konnten: Der Wert im Nahbereich (PLZ-Gebiet in 4 Minuten Entfernung) wurde deutlich überschätzt, gefolgt von einer kontinuierlichen Unterschätzung der IST-Werte im Mittelbereich und schließlich eine erneute Überschätzung der Werte am Rande des Marktgebietes. Aufgrund der geringen Fallzahlen im Anfangsbereich lässt sich die s-Form bei der modifizierten Version auch nur vermuten. Dafür spricht jedenfalls der relativ exakt getroffene Marktanteilswert für den Ort des Möbelhauses selbst, der sogar niedriger prognostiziert wurde als manche weiter entfernte

Abb. 9: Vergleich der beiden Modell-Versionen – Potenzfunktion



Quelle: eigene Berechnungen

Abb. 10: Vergleich der beiden Modell-Versionen – Normalverteilungsfunktion



Quelle: eigene Berechnungen

liegende Nachfragegebiete. Hier scheint eine mögliche schwache Wettbewerbssituation als erklärende Variable einen stärkeren Einfluss zu haben als der höhere Entfernungswert. Im kompletten Marktgebiet werden die tatsächlichen Werte wesentlich besser approximiert.

Da bei mehreren PLZ-Gebieten, die die gleiche Entfernung zum Standort aufweisen (z.B. 4 PLZ-Gebiete in 13 Minuten Entfernung), in der graphischen Darstellung nicht wahrnehmbar ist, welcher berechnete Wert welchem IST-Wert zuzuordnen ist, wurden die einzelnen Ergebnisse einer detaillierten Analyse unterzogen. In der Mitte ist jeweils das betreffende PLZ-Gebiet mit der dazugehörigen Entfernung und dem dort erzielten Marktanteil eingetragen (sortiert nach Entfernung). In der linken Hälfte der Tabelle wurde nachgeprüft, ob die beobachteten Werte von den Modellen überschätzt (blauer Hintergrund) oder unterschätzt (roter Hintergrund) wurden. Hier ist noch einmal deutlich zu sehen, dass beim HUFF-Modell das erste Drittel der Nachfragegebiete rot, die restlichen Gebiete blau hinterlegt sind, mit Ausnahme des Angebotsortes selbst. Ruft man sich jetzt noch einmal den berechneten Gesamtumsatz in Erinnerung, wird nachvollziehbar, dass die permanente Unterschätzung der in Bezug auf den Gesamtumsatz sehr wesentlichen Umsatzanteile im Entfernungsbereich zwischen 10 und 30 Minuten maßgeblich für die Unterschätzung des Gesamtumsatzes von rund 22 % verantwortlich ist.

Beim modifizierten Modell lassen sich dagegen keine Entfernungsbereiche erkennen, in denen tendenziell eher über- oder unterschätzt wurde. Wodurch die Überschätzung des Gesamtumsatzes durch die modifizierte Version verursacht wurde, kann nicht sicher erklärt werden. Würden die Barumsätze und die nicht zuordenbaren PLZ-Gebiete, die in der Untersuchung weggelassen wurden und rund 20 % des Gesamtumsatzes ausmachen, zu diesem addiert, wäre der Gesamtumsatz relativ genau getroffen. Aber ob diese These nicht

doch eher ein Produkt des Zufalls ist, kann hier nicht endgültig beantwortet werden. Ein Test hat ergeben, wenn man Wettbewerber weglässt und sie in der Berechnung nicht berücksichtigt, steigt der geschätzte Gesamtumsatz des Möbelhauses (in beiden Modellversionen). Dies lässt sich durch die sinkende Anzahl an Konkurrenten erklären, denn weniger Marktteilnehmer teilen sich dasselbe Marktpotenzial. Sollte bei der Erhebung im Untersuchungsgebiet also das eine oder andere Möbelhaus schlicht vergessen oder übersehen worden sein, wäre dies demnach eine mögliche Erklärung für die Überschätzung des Gesamtumsatzes.

Die rechte Seite der Tabelle analysiert die Schätzgüte anhand der quadrierten Abweichungen der berechneten Werte von den tatsächlichen. Wenn der Wert des veränderten Modells geringer ist, die IST-Werte also besser approximiert werden, sind die Felder grün hinterlegt, im anderen Falle rot. Man sieht, lediglich in einem begrenzten mittleren Entfernungsbereich hält sich die Schätzgüte beider Modellversionen in etwa die Waage. Im übrigen Einzugsgebiet – sowohl im Nahbereich als auch im weiteren Entfernungsbereich – sind die Abweichungen bei der modifizierten Version mit der Normalverteilungsfunktion durchwegs kleiner als beim traditionellen HUFF-Modell.

Als Abschluss der Ergebnispräsentation im ersten Beispielfall soll im Folgenden wiederum eine kartographische Auswertung der Modellrechnungen erfolgen (Abb. 11). In der Mitte (Bild 2) ist die Karte des tatsächlichen Marktgebietes abgebildet, berechnet aus den IST-Umsätzen des Unternehmens. Links (Bild 1) sind die Prognosewerte des HUFF-Modells und rechts (Bild 3) die der Normalverteilungsfunktion in eine Karte übertragen. Auch räumlich zeigt sich eine weitaus größere Übereinstimmung zwischen der modifizierten Modellversion und der tatsächlichen Situation. Lediglich im südlichen Marktgebiet werden die Marktanteile tendenziell etwas zu hoch angesetzt. Beim HUFF-Modell gibt es im Wertebereich zwischen 20 % und 30 % nur einen Wert und bei den Marktanteilen über 30 % nur zwei (einer davon ist das PLZ-Gebiet des Standortes selbst mit 70 %!). Der Nahbereich wird zu klein angenommen, ein Gebiet mittlerer Marktdurchdringung fehlt fast völlig, so dass ein rapider Abfall in ein sehr weiträumiges Gebiet mit Marktanteilen zwischen 1 % und 5 % zu verzeichnen ist. Diese Zone hält sich dann relativ konstant bis an die Grenzen des Marktgebietes. Das heißt, auch in der kartographischen Darstellung lässt sich das steile Abfallen der hyperbolisch sinkenden Kurve der Potenzfunktion des HUFF-Modells erkennen. Diese Feststellungen decken sich weitestgehend mit den Erkenntnissen aus den Untersuchungen von BARTH 2002 sowie STUMPP/KRUSE 1995.

5.3 Modellvergleich auf der Ebene von Wohnkaufhäusern

5.3.1 Forschungsdesign

Als Gegensatz zu dem inhabergeführten klassischen Vollsortimenter wurde im Beispiel 2 der Wettbewerb zwischen Wohnkaufhäusern ausgewählt.⁴ Es sollte untersucht werden, ob das Modell auch auf der großräumigen Ebene der Wohnkaufhäuser anwendbar ist.

⁴ Es existiert keine einheitliche Definition, ab wann ein Möbelhaus als Wohnkaufhaus einzuordnen ist. Die BBE Handelsberatung GmbH verwendet als Kriterium zur Einstufung eines Wohnkaufhauses die Größe von 20.000 m² Verkaufsfläche.

Abb. 11: Kartographische Auswertung des Modelldurchlaufs

Bild 1: Potenzfunktion



Bild 2: IST-Werte

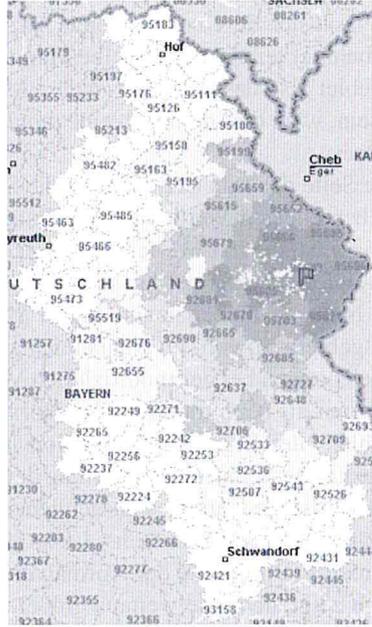
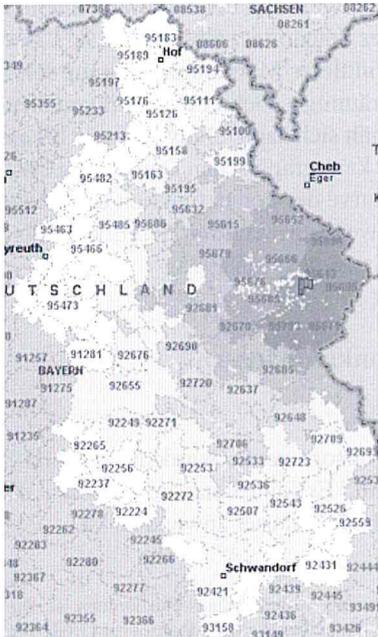


Bild 3: Normalverteilung



☐ Marktanteil nach PLZ-Gebiet

- ☐ über 30%
- ☐ 20,1 bis 30,0%
- ☐ 10,1 bis 20,0%
- ☐ 5,1 bis 10,0%
- ☐ 1,1 bis 5,0%
- ☐ bis 1,0%

☐ Pins

- ☐ Standort Möbelhaus 21

Quelle: eigene Berechnung

Die Vorgehensweise bei der Bestimmung des Untersuchungsgebietes erfolgte analog zum Beispiel 1 (siehe Abb. 12). Das Marktgebiet verläuft in diesem Falle jedoch wesentlich diffuser an den Rändern, so dass nicht alle 917 PLZ-Gebiete berücksichtigt werden konnten, in denen das Möbelhaus Umsätze tätigte. Es wurde zuerst für diesen Typ Wohnkaufhaus ein Entfernungsradius von 100 Minuten angenommen, was sich allerdings als deutlich zu weit gefasst herausstellte. Daher wurde wieder ein 60-Minuten-Radius angesetzt, in dem bereits über 90 % des Gesamtumsatzes realisiert wird. Innerhalb dieses Untersuchungsgebietes befinden sich 398 PLZ-Gebiete, die die Basis für die weitere Untersuchung bilden.

Innerhalb eines solch ausgedehnten Marktgebietes ist es nahezu unmöglich, sämtliche Konkurrenzbetriebe komplett zu erfassen bzw. zu erheben. Außerdem ist in dieser Kategorie der Wohnkaufhäuser der Wettbewerb untereinander wesentlich größer und bedeutender als die Konkurrenz zu kleinen Betrieben mit begrenzter räumlicher Ausstrahlung, abgesehen von den Betrieben in unmittelbarer Nähe. Als Wettbewerber wurden deshalb lediglich großflächige Möbelanbieter in die Untersuchung mit einbezogen, die größtenteils aus dem statistischen Jahrbuch der Möbelbranche zu entnehmen sind (vgl. HOLZMANN VERLAG (Hrsg.) 2003: 148f). Auch die Frage, bis zu welcher Entfernung Konkurrenzbetriebe zu berücksichtigen sind, gestaltete sich in diesem Fall ungleich schwieriger. Aus den 398 Nachfragegebieten und 20 Angebotsstandorten resultierten 7960 zu ermittelnde Distanzen.

5.3.2 Interpretation der Ergebnisse des Modelldurchlaufs

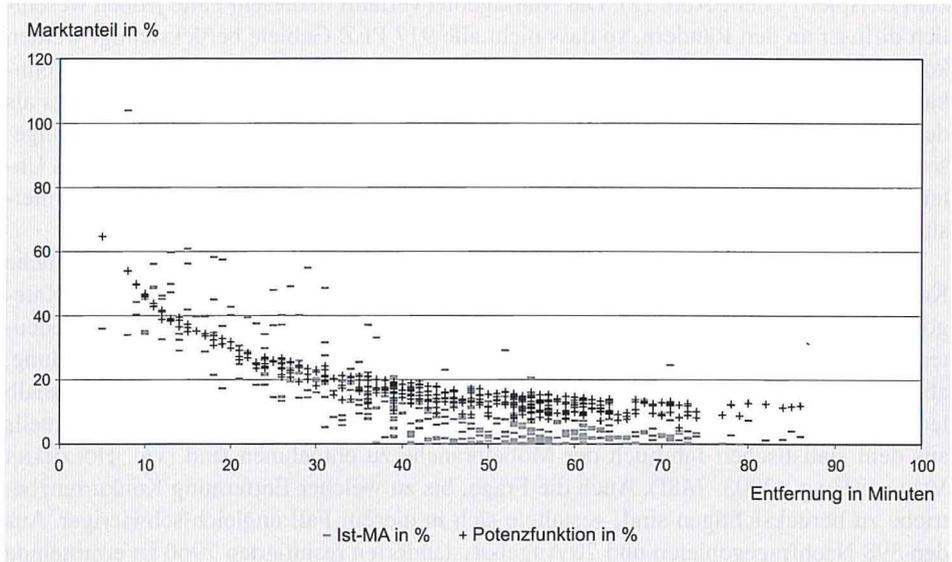
In der Tab. 7 sind wiederum die wichtigsten Ergebnisse des Modelldurchlaufes enthalten. In Bezug auf die Schätzgüte, gemessen an der Summe der quadrierten Abweichungen, liegt der modifizierte Modelldurchlauf bei diesem Beispiel nur unwesentlich besser. Dafür wurde der Gesamtumsatz relativ exakt getroffen, der vom ursprünglichen HUFF-Modell diesmal deutlich überschätzt wurde. Durchaus plausibel ist aber der Entfernungsexponent λ in Höhe von 1,14. Ein Wohnkaufhaus ist, was die Ausstrahlung und die Entfernungsakzeptanz seitens der Konsumenten angeht, vergleichbar mit einem Einkaufszentrum. Bei zwei Untersuchungen zu Einkaufszentren wurden die Werte 1,1 und 1,17 als Ergebnis ermittelt, was eine überraschend exakte Übereinstimmung bedeutet. (vgl. MÜLLER-HAGEDORN 1998: S. 397; STUMPP/KRUSE 1995: S. 61ff).

Tab. 7: Ergebnisse des Modelldurchlaufs

	HUFF - Original	HUFF - modifiziert
Vergleichsgrößen: Summe der quadrierten Abweichungen geschätzter Umsatz (IST-Umsatz; genormt: 100 Mio Euro)	35.151 144,8 Mio Euro	33.847 96,2 Mio Euro
Parameter: Entfernungsexponent HUFF b_1 b_2	1,14	0,22 0,00072

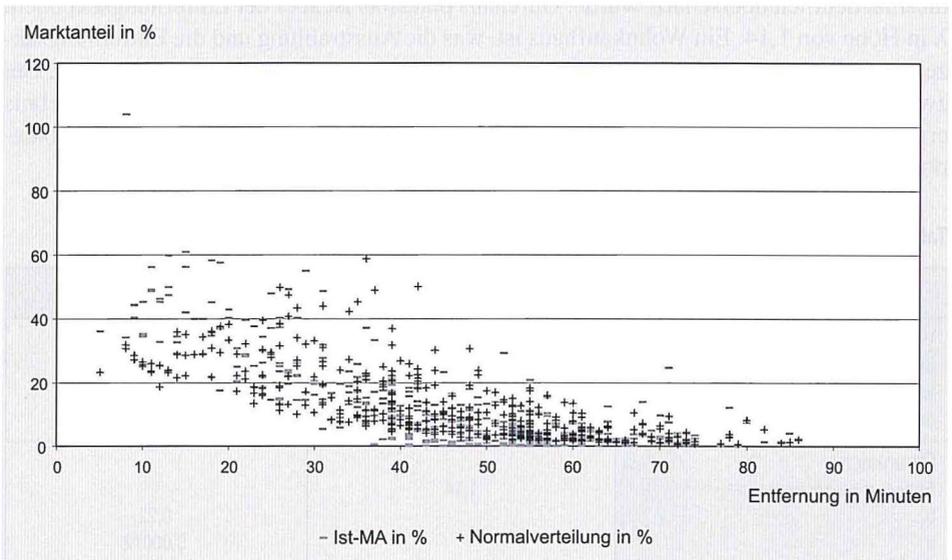
Quelle: eigene Berechnung

Abb. 12: Vergleich der beiden Modell-Versionen – Potenzfunktion



Quelle: eigene Berechnungen

Abb. 13: Vergleich der beiden Modell-Versionen – Normalverteilungsfunktion



Quelle: eigene Berechnungen

Es werden wiederum die Marktanteile der beiden Modelldurchläufe mit den tatsächlichen Werten in einem Streudiagramm verglichen. Im ursprünglichen HUFF-Modell (Abb. 12) ist aufgrund der wesentlich höheren Fallzahl an PLZ-Gebieten als im vorherigen Beispiel sehr schön der hyperbolisch sinkende Kurvenverlauf der Potenzfunktion erkennbar, welche dem Modell zugrunde liegt. Abgesehen von dem erneut überschätzten nächsten Nachfragegebiet liegen die Werte in den Entfernungen bis 40 Minuten sehr mittig innerhalb der beobachteten Werte. Im weiteren Entfernungsbereich werden die IST-Anteile dagegen tendenziell stark überschätzt. Ebenfalls sehr auffällig ist, dass die errechneten Werte wie an einer Perlenschnur aufgereiht sind. Es wird kein – den realen Verhältnissen entsprechendes – „Ausreißen“ nach oben oder unten zugelassen. Dies deutet auf eine sehr dominante Rolle des Einflusses der Entfernung hin. Unterschiedliche Attraktivitätssituationen in verschiedenen Teilen des Marktgebietes, die aus unterschiedlichen Wettbewerbsbesätzen resultieren und die Streuung der Werte verursachen, können keine Wirksamkeit entfalten. Der Marktanteil ist im Wesentlichen durch die Variable Entfernung determiniert.

Bei den Prognosewerten der Normalverteilung zeigt sich eine breitere Streuung der Werte (Abb. 13). Auch hier zeigt sich wie beim vorherigen Beispielfall, dass die Entfernung eine weitaus weniger dominante Rolle bei der Erklärung des Einkaufsverhaltens spielt als bei der ursprünglichen Modellversion. Die zugrunde liegende s-Form lässt sich daher auch nur vermuten. Bis auf die erkennbare Unterschätzung der Marktanteile im Nahbereich scheinen die tatsächlichen Werte sehr gut approximiert zu werden. Auch hier wurden die einzelnen Werte wieder einer detaillierten Analyse unterzogen. Diese bestätigt die Überschätzung der Werte mit zunehmender Entfernung durch das HUFF-Modell. Bis auf die – für den Anteil am Gesamtumsatz nicht unbedeutenden – PLZ-Gebiete im Anfangsbereich zeigt sich beim modifizierten Modelldurchlauf ein ausgeglichenes Bild. Bei den quadrierten Abweichungen dominiert anfangs tendenziell eher die rote Farbe, erst in der zweiten Hälfte der Wertepaare zeigt die veränderte Version eine merklich bessere Approximation, die von der Überschätzung der Werte durch das HUFF-Modell herrührt, so dass es sich in der Summe in etwa aufwiegt.

Trotz der relativ geringen Unterschiede bei Betrachtung der Summen der quadrierten Abweichungen zeigt sich bei der graphischen Auswertung (Abb. 14) – ähnlich dem Beispiel 1 – wieder eine wesentlich offensichtlichere Übereinstimmung zwischen den beobachteten Werten (Karte Mitte) und den mittels der modifizierten Modellversion errechneten Werten (Karte rechts). Man sieht, dass in der unmittelbaren Standortumgebung die Marktanteile etwas zu gering prognostiziert werden. Die höchsten Werte ergeben sich eigenartigerweise im ländlichen Gebiet rund 30 km südlich des Standortes. Ebenfalls auffällig sind die entlang der großen Verkehrsachsen an den Rändern des Marktgebietes von dem Modell permanent etwas zu hoch ausgewiesenen Marktanteile. Der Einfluss des Faktors der relativ schnellen zeitlichen Erreichbarkeit (die Variable 'Entfernung') scheint in diesen Bereichen die tatsächlichen Verhältnisse nicht richtig wiederzugeben. Vermutlich begrenzen hier andere Determinanten des Einkaufsverhaltens den Einfluss der Entfernung. Die kartographische Auswertung der berechneten Marktanteile des ursprünglichen HUFF-Modells (Karte links) ergibt wiederum ein nur unzureichend plausibel strukturiertes Marktgebiet. Das Kerngebiet wurde zwar fast besser getroffen als bei der veränderten Modellversion, aber daran schließt sich wieder ein Gebiet identischer Marktanteile an, welches nahezu das komplette Einzugsgebiet überdeckt. Die rote Farbe fehlt fast völlig. Ein Blick in die Wertetabelle er-

Abb. 14: Kartographische Auswertung des Modelldurchlaufs

Bild 1: Huff



Bild 2: IST-Werte



Bild 3: Normalverteilung



Marktanteil nach PLZ-Gebiet

-  bis 0,5%
-  0,6 bis 2,0%
-  2,1 bis 5,0%
-  5,1 bis 10,0%
-  10,1 bis 25,0%
-  25,1 bis 50,0%
-  über 50%

Pins

-  Standort Möbelhaus 31

Quelle: eigene Bearbeitung

gibt, dass der niedrigste prognostizierte Wert bei rund 5 % Marktanteil liegt. Dadurch lässt sich auch die extreme Überschätzung des Gesamtumsatzes erklären.

Bei den nun zweiten Werten für die beiden Parameter im modifizierten Modelldurchlauf ist es kaum möglich, tendenzielle Aussagen zu treffen, dafür wären noch weitere Untersuchungen notwendig. Bezüglich des Parameters b_2 lassen sich – unter Vorbehalt wohlgemerkt – bei den Ergebnissen des modifizierten HUFF-Modelldurchlaufs und bei den Ergebnissen der Regressionsrechnungen aus dem vorherigen Kapitel lediglich gewisse Gemeinsamkeiten vermuten (Tab. 8).

Tab. 8: Analyse des Parameters b_2

Untersuchungsfall	HUFF-Modell mit Normalverteilung als Entfernungsfunktion	Regressionsrechnung mit Normalverteilungsfunktion
Möbelhaus Nr. 31	0,00072	0,00096
Möbelhaus Nr. 21	0,00176	0,00123

Quelle: eigene Berechnungen

Der Parameter b_2 ist in der Normalverteilungsfunktion maßgeblich für das Steigungsverhalten, für die Steilheit der Abnahme der Kurve (das „S“) verantwortlich. Je kleiner der Wert b_2 ist, desto flacher wird die Kurve, desto langsamer nehmen also die Marktanteile mit der Entfernung ab, das Marktgebiet wird dementsprechend größer. Daher sind die Werte im Falle des Wohnkaufhauses deutlich geringer als die im Falle des kleineren Möbelhauses, weil das Wohnkaufhaus einen wesentlich weiteren Einzugsbereich hat, was einen flacheren Kurvenverlauf erfordert.

Das Modell versucht, die tatsächliche „Kurve“ der Marktanteile nach Entfernung zu schätzen. In der Regressionsrechnung werden ebenfalls die tatsächlichen Marktanteile nach Entfernung durch eine Kurve approximiert. Von daher könnte es durchaus so sein, dass die Funktion des Parameters durch die Integration in das relativ komplizierte Modell von HUFF nicht verloren geht und auch ähnliche Werte hervorbringt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag hatte sich zur Aufgabe gemacht, das mittlerweile in die Jahre gekommene Modell von HUFF, welches sich aber immer noch sehr großer Beliebtheit in der Praxis erfreut und dementsprechend häufig seine Anwendung findet, genauer unter die Lupe zu nehmen. Viele Schwächen sind hinlänglich bekannt, gleichfalls wurden deshalb auch viele Versuche unternommen, das Modell zu verbessern und mit zusätzlichen das Einkaufsverhalten des Konsumenten beschreibenden Variablen zu erweitern.

Das Ziel bestand demzufolge darin, zu zeigen, dass die zentrale Schwäche des HUFF-Modells weniger in der Erfassung von nur einer Auswahl an Determinanten, die das Ein-

kaufsverhalten beschreiben, liegt, sondern eher in der diesem Modell eigenen mathematischen Verknüpfung dieser wenigen Determinanten zu suchen ist. Die Überprüfung dieser Annahme war die zentrale Forschungsfrage des empirischen Teils dieser Arbeit. Aus Gründen der Praktikabilität und der Verfügbarkeit von Daten wurde der Möbeleinzelhandel als Beispielbranche ausgewählt.

Anhand von 37 Möbelhäusern konnte in einem ersten Schritt gezeigt werden, dass die Verwendung von s-förmigen Funktionstypen, wie zum Beispiel die Normalverteilungsfunktion, zu einer wesentlich plausibleren Beschreibung der tatsächlichen Verläufe der Marktanteile nach Entfernung führt. Gemessen anhand der statistischen Kennzahl des Bestimmtheitsmaßes wurden die IST-Werte wesentlich besser approximiert als durch eine Potenzfunktion, die HUFF in seinem Modell verwendet, von der unrealistischen Verlaufsform der Kurve ganz zu schweigen.

In einem zweiten Schritt wurde dann eine solche s-förmige Entfernungsfunktion in das bisherige Modell von HUFF integriert. Anhand von zwei – in ihrer Untersuchungsstruktur sehr heterogen angelegten – Beispielfällen wurde diese modifizierte Modellversion mit der unveränderten Version verglichen und den tatsächlichen Verhältnissen gegenübergestellt. Als Bewertungsmaßstäbe dienten die Summe der quadrierten Abweichungen zwischen den prognostizierten und den beobachtbaren Marktanteilswerten nach PLZ-Gebieten, die Genauigkeit in der Schätzung der Höhe des Gesamtumsatzes sowie eine kartographische Auswertung der Marktanteile nach Entfernung. Obwohl die Unterschiede nicht in allen drei "Teildisziplinen" ähnlich signifikant ausfielen, konnten doch nennenswerte Verbesserungen in der Prognosefähigkeit erreicht werden. Im ersten Fall eines klassischen Vollsortimentsbetriebes mittlerer Größenordnung führte die Modellmodifikation zu einer Reduzierung der Summe der quadrierten Abweichungen um 75 %. Für den zweiten Testdurchlauf diente der Wettbewerb zwischen großflächigeren Wohnkaufhäusern. In diesem Beispiel konnte durch das veränderte Modell die Differenz zwischen geschätztem und tatsächlichem Gesamtumsatz von rund 45 % auf knapp 4 % reduziert werden. Die kartographische Auswertung der Marktanteile nach Entfernung förderte in beiden Untersuchungssituationen eine sichtbar bessere Übereinstimmung der Marktgebiete des modifizierten Modells und der realen Situation als zwischen den realen Werten und dem traditionellen Modell zu Tage.

Somit konnte gezeigt werden, dass die Verwendung einer s-förmigen mathematischen Verknüpfung in dem Modell von HUFF nicht nur plausibel begründbar und empirisch belegbar ist, sondern auch in den beiden Anwendungsbeispielen zu einer signifikanten Verbesserung der Prognosefähigkeit geführt hat.

Die modifizierte Variante hebt sich insbesondere durch die Vermeidung struktureller Modellfehler von der ursprünglichen Version ab:

1. Die systematischen Über- und Unterschätzungen ganz bestimmter Entfernungszonen konnten beseitigt werden. Dieser typische Fehler des HUFF-Modells, der nicht nur in dieser Arbeit nachgewiesen werden konnte, beruht auf den mathematischen Verlaufeigenschaften der dem Modell eigenen Potenzfunktion. Einer Überschätzung der IST-Werte im unmittelbaren Standortumfeld (am Ort des Standortes selbst) folgt ein rasches Absinken der Marktanteile im mittleren Entfernungsbereich, in dem die tatsächlichen Werte immer deutlich unterschätzt werden. Daran schließt sich meist eine

erneute Überschätzung der Werte am Rande des Marktgebietes an. Die modifizierte Modellversion zeigt keine solchen systematischen Abweichungen der Prognosewerte in bestimmten Entfernungszonen.

2. Darüber hinaus stellt sich das Problem der Hauptdiagonalen nicht. Das modifizierte Modell bietet den entscheidenden Vorteil, dass am Angebotsort selbst realistische Marktanteile prognostiziert werden können, welche beim traditionellen HUFF-Modell stets zu hoch angenommen werden. Für Entfernungen nahe Null strebt der Quotient aus Attraktivität und Entfernung im alten Modell gegen unendlich, so dass sich der prognostizierte Marktanteil für diese kurzen Entfernungen automatisch der 100%-Marke nähert. Aus dieser Eigenschaft des Gravitationsansatzes resultieren die permanenten Überschätzungen der IST-Werte im Nahbereich.
3. Außerdem ist die Anfälligkeit für Fehler im Datenmaterial im bedeutenden Nahbereich wesentlich geringer. Gerade im unmittelbaren Standortumfeld ist beispielsweise die Berechnung der Entfernung von Wohnort zum Angebotsort relativ problematisch, weil auf der statistischen Ebene von PLZ-Gebieten ein durchschnittlicher Wert für alle Einwohner angenommen werden muss. Selbst wenn man diesen Pauschalwert nur um wenige Minuten verändert, variiert der berechnete Marktanteilstwert – aufgrund des steilen Verlaufs der Potenzfunktion im Anfangsbereich – im ursprünglichen HUFF-Modell sehr deutlich. In der modifizierten Modellversion wirken sich solche Fehler in der Distanzbestimmung – durch den Plateau-ähnlichen Verlauf der Kurve der Normalverteilungsfunktion im Anfangsbereich – dagegen nur geringfügig auf die Höhe der prognostizierten Marktanteile aus. Diese letzten beiden Eigenschaften sind insbesondere in der praktischen Anwendung von nicht zu unterschätzender Bedeutung, da im Nahbereich bereits wesentliche Teile des gesamten Umsatzes generiert werden. Hier wirken sich Fehler deshalb besonders gravierend aus.

Ein deutlicher Nachteil der vorgeschlagenen neuen Entfernungsfunktion besteht allerdings darin, dass sie zwei Parameter benötigt, die – wie der Entfernungsexponent λ bei HUFF – kalibriert werden müssen. Dazu sind empirisch zu erhebende Individualdaten über Marktanteile bzw. Einkaufswahrscheinlichkeiten notwendig.

Bei der Betrachtung dieser Parameter in den beiden Fallbeispielen lassen sich aufgrund der sehr geringen Fallzahl nur gewisse Gemeinsamkeiten vermuten. Daher muss es weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, die These dieser Arbeit zu bekräftigen und die Bedeutung und Funktionsweise der Parameter weiter zu erforschen.

Literaturverzeichnis

- BARTH, M. (2002): Verfahren zur Abgrenzung von Marktgebieten im Einzelhandel. (Diplomarbeit Uni Würzburg 2002)
- BATTY, M. (1978): Reilly's Challenge – New Laws of Retail Gravitation which Define Systems of Central Places. *Environment and Planning A* 5, Heft 10/1978, S. 185-219.
- BEAUMONT, J. R. (1987): Location-Allocation Models and Central Place Theory. In: Ghosh, A. u. G. Rushton (Hrsg.): *Spatial Analysis and Location-Allocation Models*. New York, S. 21-54.
- BUCKLIN, L. P. (1971a): Retail Gravity Models and Consumer Choice: A Theoretical and Empirical Critique. In: *Economic Geography* 47, Heft 4/1971, S. 489-497.
- BUCKLIN, L. P. (1971b): Trade Area Boundaries: Some Issues in Theory and Methodology. In: *Journal of Marketing Research* 8, Heft 2/1971, S. 30-37.
- BUTZIN, B. (1980): Aspekte der großräumigen Standortanalyse als Entscheidungshilfe für die Ansiedlung eines Shopping-Centers in Kempten/Allgäu. In: Heineberg, H. (Hrsg.): *Einkaufszentren in Deutschland – Entwicklung, Forschungsstand und –probleme mit einer annotierten Auswahlbibliographie (= Münstersche Geographische Arbeiten 5)*. Paderborn, S. 85-96.
- HOLZMANN VERLAG (HRSG.) (2003): *Möbel, Zahlen, Daten 2003: Das statistische Jahrbuch für die Möbelbranche*. Hamburg.
- HUFF, D. L. (1962): *Determination of Intra-Urban Retail Trade Areas*. Los Angeles.
- HUFF, D. L. (1963): A Probabilistic Analysis of Shopping Centre Trade Areas. In: *Land Economics* 39, Heft 1/1963, S. 81-90.
- HUFF, D. L. (1964): Defining and Estimating a Trading Area. In: *Journal of Marketing* 28, Heft 3/1964, S. 34-38.
- JENSEN-BUTLER, C. (1972): Gravity Models as Planning Tools: a Review of Theoretical and Operational Problems. In: *Geografiska Annaler* 54, Heft 1/1972, S. 68-78.
- KAU, W. (1970): *Theorie und Anwendung raumwirtschaftlicher Potentialmodelle*. Tübingen.
- KEMMING, H. (1980): *Raumwirtschaftstheoretische Gravitationsmodelle – eine Untersuchung ihrer analytischen Grundlagen (= Volkswirtschaftliche Schriften 302)*. Berlin.
- KLEIN, R. (1992): *Dezentrale Grundversorgung im ländlichen Raum – Interaktionsmodelle zur Abschätzung von Nachfragepotentialen im Einzelhandel (= Osnabrücker Studien zur Geographie 12)*. Osnabrück.
- KOTLER, P. (1971): *Marketing Decision Making: A Model Building Approach*. New York u.a.
- KOTSCHEDOFF, M. (1976): *Sozialphysikalische Modelle in der regionalen Handelsforschung: ein Beitrag zur Standortplanung von Gewerbezentren (= Dynamische Ökonomie 16)*. Berlin.
- LÖFFLER, G. (1989): *Kalibrierung und praxisorientierte Erweiterung raumrelevanter Standortmodelle. Ein Beitrag zur Versorgungssicherung der Bevölkerung ländlich/peripherer Räume*. Stuttgart.
- LÖFFLER, G. (1999): Marktgebiet und Einzugsbereich – mathematisch-statistische Modellansätze zu ihrer Abgrenzung. In: Heinritz, G. (Hrsg.): *Die Analyse von Standorten und*

- Einzugsbereichen. Methodische Grundfragen der geographischen Handelsforschung (= Geographische Handelsforschung 2). Passau, S. 45-64.
- MÜLLER-HAGEDORN, L. (1998): Der Handel. Stuttgart/Berlin/Köln.
- MÜLLER-HAGEDORN, L. u. M. SCHUCKEL (1995a): Die Prognose des Umsatzes neuer Einkaufszentren mit Hilfe des Modells von HUFF – Theorie und Fallbeispiel (I). In: WISU – Das Wirtschaftsstudium 24, Heft 6/1995, S. 514-518.
- MÜLLER-HAGEDORN, L. u. M. SCHUCKEL (1995b): Die Prognose des Umsatzes neuer Einkaufszentren mit Hilfe des Modells von HUFF – Theorie und Fallbeispiel (II). In: Wisu – Das Wirtschaftsstudium 24, Heft 7/1995, S. 597-603.
- PPAFFENBERGER, U. u. R. WIEGERT (1965): Zur Bestimmung des optimalen Standortes eines Einkaufszentrums. In: Unternehmensforschung 9, Heft 2/1965, S. 120-131.
- SCHÖLER, K. (1981): Das Marktgebiet im Einzelhandel: Determinanten, Erklärungsmodelle und Gestaltungsmöglichkeiten des räumlichen Absatzes (= Betriebswirtschaftliche Schriften 103). Berlin.
- SHEPHERD, I. D. u. C. J. THOMAS (1980): Urban Consumer Behaviour. In: Dawson, J. A. (Hrsg.): Retail Geography. New York, S. 18-94.
- STUMPP, S. u. C. KRUSE (1995): Die Marktgebietsabgrenzung und Umsatzprognose im Rahmen der Standortplanung im Einzelhandel. Eine empirische Überprüfung des probabilistischen Gravitationsmodells anhand zweier ausgewählter Möbelhäuser. (Diplomarbeit Uni Augsburg 1995).
- TAYLOR, P. J. (1975): Distance Decay in Spatial Interactions. (= Concepts and Techniques in Modern Geography 2). London.
- THIELE, R. (1983): Umsatz, Marktanteil und Entfernung im Einzugsgebiet des Möbeleinzelhandels. Köln.
- WILSON, A. G. (1967): A Statistical Theory of Distribution Models. In: Transportation Research 1, Heft 3/1967, S. 253-269.
- WILSON, A. G. (1971): A family of spatial interaction models and associated developments. In: Environment and Planning 3, Heft 1/1971, S. 1-32.

Kundenverhalten und Angebotsplanung – die Entwicklung eines Simulationstools für die räum- liche Optimierung von Einkaufszentren und anderen Handelsumgebungen

Roland Hesse, München und Alex Schmid, Herrliberg

1 Angebotsverteilung und wirtschaftlicher Erfolg

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

2 Forschung zur Angebotsplanung in der Handelsforschung

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

3 Simulation als Methode der räumlichen Optimierung von Einkaufszentren und das Programm ShopSim

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

3.2 Der Multiagenten-Ansatz

3.3 Analyse- und Simulationsläufe

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

3.4. Die Benutzeroberfläche

3.5 Animation eines Simulationslaufs

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

3.6 Aufbereitung der Simulationsergebnisse

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

3.7 Planungsmodus

3.8 Zusatzmodule

3.9 Einsatzbereiche von ShopSim

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

4 Fazit und Ausblick

Dieser Artikel ist im Rahmen der online Publikation nicht verfügbar.

Literatur

- ALI, W.; MOULIN, B. (2005): Developing 2D-3D Agent based simulations in geographic environment – an approach and its application to simulate Shopping behavior in a mall. 6th workshop on Agent based simulation. Erlangen.
- BILL, R u. FRITSCH, D. (1991): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 1: Hardware, Software, Daten. Karlsruhe.
- BOSSEL, H. (1992): Modellbildung und Simulation. Konzepte, Verfahren und Modelle zum Verhalten dynamischer Systeme. Ein Lehr- und Arbeitsbuch mit Simulations-Software. Braunschweig/Wiesbaden.
- BROWN, GORDON M. (1999): Design and value – spatial form and the economic failure of a mall. Journal of Real Estate Research, California State University, Fullerton.
- HEINRITZ, G. (Hg.) (1999): Die Analyse von Standorten und Einzugsbereichen. Methodische Grundfragen der Geographischen Handelsforschung. Passau.
- HEINRITZ, G., Klein, K., Popp, M. (2003): Geographische Handelsforschung. Berlin/Stuttgart.
- HESSE, R (2002): Agentensysteme in der Geographischen Handelsforschung. Diplomarbeit, Institut für Informatik der Technischen Universität München.
- HESSE, R., RAUH, J. (2002): Agentenbasiertes geographisches Informations- und Simulationssystem als Werkzeug zur Shopping-Center-Planung. In: Geoinformationssysteme. Zeitschrift für raumbezogene Informationen und Entscheidungen, 12/2002, S. 10-15.
- HESSE, R., RAUH, J. (2003): „Angebot“ und „Nachfrage“ im Einzelhandel: Multiagenten-

- systeme zur Simulation von Konsumentenverhalten und der Shopping-Center-Planungen. In: Klagenfurter Geographische Schriften, 2003, Heft 23, S. 65-88.
- JONES, K. ET AL. (1995): The management and evaluation of shopping center mall dynamics and competitive positioning using GIS technology (CSCS, Ryerson University, Canada)
- KLÜGL, F. (2001): Multiagentensimulation. Konzepte, Werkzeuge, Anwendung. München.
- KNECHT, R. (1982): Erfahrungen mit der Entwicklung, Errichtung und dem Management von innerstädtischen Einkaufszentren in der Schweiz. In: Falk, B. (Hg.): Einkaufszentren. Landsberg am Lech S.156-157.
- MOHNHEIM, R. (1999): Methodische Gesichtspunkte der Zählung und Befragung von Innenstadtbesuchern. In: HEINRITZ, G. (Hg.): Die Analyse von Standorten und Einzugsbereichen. Methodische Grundfragen der Geographischen Handelsforschung. Passau.
- POPIEN, R. (1989): Die Bedeutung von Kopplungsmöglichkeiten für den Einzelhandel. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Technischen Universität München.
- POPP, M. (2002): Innenstadtnahe Einkaufszentren – Besucher zwischen gewachsenen und künstlichen Standorten. Passau.
- PUN-CHENG, L.S.C., CHU, ALICE W.C. (2004): GIS in Business – Routing analysis of Plaza shoppers. The Hongkong Polytechnic University, Hongkong.
- SAUERBIER, T. (1999): Theorie und Praxis von Simulationssystemen. Eine Einführung für Ingenieure und Informatiker. Braunschweig/Wiesbaden.
- SCHMITZ, C., KÖLZER, B. (1996): Einkaufsverhalten im Handel. Ansätze zu einem kundenorientierten Handelmarketing. München.
- SHOHAM, Y. (1993): Agent-oriented programming. In: Artificial Intelligence 60, S.51-93.
- SITTENAUER, R. (1990): Branchen-Mix-Analyse in Shopping-Centern, am Beispiel des Perlacher Einkaufs-Paradies in München Neuperlach. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Technischen Universität München.
- TROITZSCH, K. G. (1990): Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften. Opladen.
- TROITZSCH, K. G., MUELLER, U., GILBERT, G.N., DORAN, J.E. (Hg.) (1996): Social Science Microsimulation. Berlin/Heidelberg.
- TROITZSCH, K. G. (1999): Computersimulationen in den Sozialwissenschaften. <ftp://ftphost.uni-koblenz.de/outgoing/SozInf/kgt/CSimSozW.pdf> (Stand: 12.06.1999).
- WEINBERG, P. (1981): Das Entscheidungsverhalten der Konsumenten. Paderborn.
- WOOLDRIDGE, M., JENNINGS, N. (1995): Intelligent agents: theory and practice. In: Knowledge Engineering Review, 10 (2): S.115-152.
- ZACHARIAS, J. (2000): Shopping Behavior at Alex-Nihon Plaza in Montreal. Concordia University, Montreal (Quebec).

Der simulierte Konsument

Jürgen Rauh und Tilman Schenk, Geographisches Institut, Würzburg

Manuel Fehler, Franziska Klügl und Frank Puppe, Institut für Informatik, Würzburg

1 Multiagentensysteme und Geographische Handelsforschung

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

2 Beispiel Konsumentenverhalten: Möglichkeiten der Modellierung

2.1 Formale und theoretische Einordnung

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

2.2 Modellierungsansätze in der Anwendung

2.3 Beispiel einer individuenbasierten Modellbildung

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

3 Das Simulationshell SeSAM

3.1 Modellbausteine

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

3.2 Visuelles Programmieren und Werkzeuge

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

4 Anwendungsbeispiel: Lebensmitteleinkauf

4.1 Untersuchungsgebiet und Datengrundlagen

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

4.2 Modellannahmen und Simulationsablauf

4.3 Die Schritte der Simulation

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

4.4 Kalibrierungsmöglichkeiten

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

4.5 Ausgewählte Ergebnisse

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

Dieser Artikel ist im Rahmen der online
Publikation nicht verfügbar.

5 Ausblick

Literatur

- ARENTZE, T., H. TIMMERMANS (2005): Impact of Institutional Change on Shopping Patterns: Application of a Multi-Agent Model of Activity-Travel Behavior. Proceedings of the 12th Recent Advances in Retailing and Services Science Conference, Eindhoven.
- BENENSON, I. (1998): Multi-Agent Simulations of Residential Dynamics in the City. Computers, Environment and Urban Systems 22/1, S. 25-42.
- BURA, S., F. GUÉRIN-PACE, H. MATHIAN, D. PUMAIN & L. SANDERS (1996): Multiagent Systems and the Dynamics of a Settlement System. Geographical Analysis 28/2, S. 161-178.
- FEHLER, M., F. KLÜGL, F. PUPPE (2005): Approaches for resolving the dilemma between model structure refinement and parameter calibration in agent-based simulations. Proceedings of the 3rd EUMAS, Brussels.
- GALANDA, M., R. WEIBEL (2003): Ein Multiagentensystem zur Generalisierung von Polygonmosaiken in thematischen Karten. In: KOCH, A. & P. MANDL (Hg.): Multi-Agenten-Systeme in der Geographie. Klagenfurter Geographische Schriften 23, S. 139-166.
- GÜSEFFELDT, J. (2002): Zur Modellierung von räumlichen Kaufkraftströmen in unvollkommenen Märkten. Erdkunde 56, S. 351-370.
- HUFF, D.L. (1964): Defining and estimating a trading area. Journal of Marketing 28, S. 34-38.
- KIRKPATRICK, S., C. D. GELATT, M. P. VECCHI (1983): Optimization by Simulated Annealing. Science 220, S. 671-680.
- KLÜGL, F., R. HERRLER, M. FEHLER (2006): SeSAm: Implementation of Agent-based Simulation Using Visual Programming, Proc. of the AAMAS 2006, Hakodate, S. 1439f.

- KOCH, A. (2000): Linking Multi Agent Systems and GIS. Modeling and Simulating Spatial Interactions. www.rwth-aachen.de/geo/Ww/deutsch/MultiAgentsKoch. PDF.
- LÖFFLER, G., R. KLEIN (1989): Raumfunktionale Modellansätze zur Bestimmung von Standorten und Kaufkraftströmen im Lebensmitteleinzelhandel. *Kurzberichte aus der Bau-forschung* 6, S. 405-410.
- LÖFFLER, G., D. SCHRÖDL (2002): Retail Business in the Functional Region of Umeå 1985-2000. CERUM Working Paper 56, Umeå.
- LÖFFLER, G., J. RAUH, T. SCHENK (2005): Von der Einzelhandelsgravitation zum Multi-Agenten-System – Modelltheoretische Überlegungen und erste Ergebnisse einer Simulation von Kaufkraftströmen im Lebensmitteleinzelhandel. In: Seminarbericht 48 der Gesellschaft für Regionalforschung, S. 160-183.
- MILLER, E.J., J.D. HUNT, J.E. ABRAHAM, P.A. SALVINI (2004): Microsimulating urban systems. *Computers, Environment and Urban Systems* 28, S. 9-44.
- MONTGOMERY, D.C. (1997): *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sons, Inc.
- PARKER, D.C., S.M. MANSON, M.A. JANSSEN, M.J. HOFFMANN, P. DEADMAN (2003): Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. *Annals of the Association of American Geographers* 93/2, S. 314-337.
- RAUH, J., R. HESSE (2002): Agentenbasiertes geographisches Informations- und Simulationssystem als Werkzeug zur Shopping-Center-Planung. *Geo-Informations-Systeme* 12, S. 10-15.
- REILLY, W.J.: *The law of retail gravitation*. New York 1931.
- SCHENK, T., F. KLÜGL, G. LÖFFLER, F. PUPPE, J. RAUH: Multiagentensysteme zur Simulation von Konsumentenverhalten. In: *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, Reihe A*, Bd. 26, Halle 2004, S. 117-130
- WEIGELT, W. (2006): Multiagentensysteme und Datenaggregation zur Marktgebietsabgrenzung und Umsatzprognose im Einzelhandel – untersucht am Beispiel der Funktionalregion Umeå (Nordschweden) (unveröffentl. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Würzburg).
- WILSON, A.G., R.J. BENNETT (1985): *Mathematical Methods in Human Geography and Planning*. Chichester.
- ZHANG, J., H. TIMMERMANS, A. BORGERS (2005): Modeling Reactive Agents: Analysis of Household Synchronized Shopping Decisions. *Proceedings of the 12th Recent Advances in Retailing and Services Science Conference*, Eindhoven.

Autoren und Herausgeber

Roland Hesse

LMU München
Seminar für Sozialwissenschaftliche Geographie
Luisenstraße 37
80333 München
Telefon: (089) 28 92 28 31
E-Mail: hesse@lmu.de

Kurt E. Klein

Universität Regensburg
Institut für Geographie
93040 Regensburg
Telefon: (09 41) 943-3594
E-Mail: kurt.klein@geographie.uni-regensburg.de

Ralf Klein

Universität Würzburg
Institut für Geographie
Am Hubland
Telefon: (09 31) 888-5580
E-Mail: ralf.klein@mail.uni-wuerzburg.de

Jörg U. Scharfenberger

Kleiststraße 2/1
69214 Eppelheim
Telefon: (0 62 21) 7 50 66 47
Mobil: (01 75) 8 01 51 02
E-Mail: joerg.scharfenberger@web.de

Alex Schmid

Savannah Simulations
Alte Dorfstraße 24
8704 Herrliberg / Schweiz
Telefon: (00 41) 17 90 17 14
E-Mail: a.schmid@savannah-simulations.ch

Christian Kanhäuser

Wandeltstraße 9
80805 München
Telefon: (089) 3 61 07 08
E-Mail: christian@kanhaeuser.de

*J. Rauh, T. Schenk,
M. Fehler, F. Klügl F. Puppe*

Universität Würzburg
Institut für Geographie / Institut für Informatik
Am Hubland
Telefon: (09 31) 888-5559
E-Mail: juergen.rauh@mail.uni-wuerzburg.de

Geographische Handelsforschung

Band 1

ROBERT PÜTZ: Einzelhandel im Transformationsprozess. Das Spannungsfeld von lokaler Regulierung und Internationalisierung am Beispiel Polen.
1998 280 S., 35 € ISBN 3-932820-10-x

Band 2

GÜNTER HEINRITZ (Hrsg.). Die Analyse von Standorten und Einzugsbereichen. Methodische Grundfragen der geographischen Handelsforschung.
1999 136 S. *vergriffen*

Band 3

FRANK SCHRÖDER: Einzelhandelslandschaften in Zeiten der Internationalisierung: Birmingham, Mailand, München.
1999 196 S., 35 € ISBN 3-932820-16-9

Band 4

GÜNTER HEINRITZ / FRANK SCHRÖDER (Hrsg.): Stadtteilzentren, Ladenzeilen, Ausfallstraßen. Berichte aus den vernachlässigten Geschäftslagen der Städte.
2000 132 S., 25 € ISBN 3-932820-17-7

Band 5

GÜNTER HEINRITZ / FRANK SCHRÖDER (Hrsg.): Der gekaufte Verstand – Was taugen Gutachter- und Beraterleistungen im Einzelhandel?
2001 101 S., 25 € ISBN 3-932820-18-5

Band 6

MONIKA POPP: Innenstadtnahe Einkaufszentren – Besucherverhalten zwischen neuen und traditionellen Einzelhandelsstandorten.
2002 186 S., 35 € *vergriffen*

Band 7

BARBARA HAHN: 50 Jahre Shopping Center in den USA. Evolution und Marktanpassung.
2002 191 S., 35 € ISBN 3-932820-24-X

Band 8

DIRK DUKAR / JÜRGEN RAUH (Hrsg.): E-Commerce: Perspektiven für Forschung und Praxis.
2003 101 S., 25 € ISBN 3-932820-26-6

Band 9

CORNELIA GOTTERBARM: US-amerikanische Einzelhandelsunternehmen in Deutschland. Fakten, Trends und Theorien.
2004 231 S., 35 € ISBN 3-932820-28-2

Band 10

JÖRN SCHELLENBERG: Endverbraucherbezogener E-Commerce. Auswirkungen auf die Angebots- und Standortstruktur im Handel und Dienstleistungssektor.
2005 208 S., 35 € ISBN 3-932820-29-0

Band 11

ELMAR KULKE (Hrsg.): Dem Konsumenten auf der Spur. Neue Angebotsstrategien und Nachfragemuster
2005 145 S., 25 € ISBN 3-932820-30-4

Band 12

VOLKER SALM: Einzelhandelsgeographische Beratungsleistungen. Evaluation ihrer Verwendung in der kommunalen Einzelhandelsentwicklung.
2006 199 S., 35 € ISBN 3-932820-31-2

Bestellungen direkt an:

L.I.S. Verlag
Theresienstraße 9
94302 Passau

oder über jede Buchhandlung

Fax: 0851 / 9320049

GHF

Geographische Handelsforschung 13

Methoden und Techniken sind in der geographischen Handelsforschung gleichermaßen in der Grundlagenforschung, in der universitären Ausbildung, in der praktischen Anwendung und der Fortbildung von hoher Bedeutung. Der vorliegende Band vertieft einige bekannte methodische Aspekte, setzt aber auch neue Akzente hinsichtlich Analysemethodik und Modellierung.

Die Beiträge in dem vorliegenden Band zeigen weitergehende Möglichkeiten auf, in der geographischen Handelsforschung und insbesondere der Praxis bedeutsame Fragestellungen methodisch fassen und behandeln zu können. Die Reihenfolge der Beiträge ist thematisch gegliedert. Die Thematik wird zunächst eher allgemein orientiert vorgestellt und dann mittels einer bestimmten Fragestellung oder Untersuchung konkretisiert. So wird der umfassende Beitrag von K. E. KLEIN zum Einsatz geographischer Informationssysteme im Einzelhandel durch die Studie von J. SCHARFENBERGER zu mikrogeographischen Routing- und Marktpotenzialanalysen ergänzt. Die Modellierung und Prognose von Marktgebieten im Einzelhandel wird von R. KLEIN zunächst allgemein diskutiert und durch die Untersuchungen von C. KANHÄUSSER vertieft. Die Beiträge von R. HESSE / A. SCHMID sowie J. RAUH / T. SCHENK / M. FEHLER / F. KLÜGL / F. PUPPE zeigen mit Simulationsmodellen und der räumlichen Optimierung neue methodische Anwendungsmöglichkeiten auf, die geeignet sind, die in der Regel vorhandene Trennung zwischen der individualistischen und der strukturellen Perspektive aufzulösen. Erstgenannte wird in der Regel z. B. bei der Untersuchung des Konsumentenverhaltens eingenommen, die Letztgenannte bei der (Standort-)Analyse der Angebotsseite.

